الذاكرة

أسرارها وآلياتها

لورون بوتي



8.6.2013





المترجم:

د. عز الدين الخطابي



الذاكـــــرة

أسرارها وآلياتها

لورون بّوتي



ترجمة: د. عز الدين الخطابي

مراجعة: د. فريد الزاهي

الطبعة الأولى 1433هـ 2012م

QP406 .P4812 2012

Petit, Laurent

[Mémoire]

الذاكرة / لورون بوتي؛ ترجمة عز الدين الخطابي ؛ مراجعة د. فريد الزاهي.
– أبوظبي : هيئة أبوظبي للسياحة والثقافة، كلمة، 2012.

ص142 : 13.5×19

ترجمة كتاب : ...oire

تدمك: 3-848-01-...

1. الذاكرة. 2. ...

يتضمن هذا الكتاب ترجمة الأصل الفرنسي:

Laurent Petit

La mémoire

كلمة
KALIMA
www.kalima.ae

ص.ب: 2380 أبوظبي، الإمارات العربية المتحدة، هاتف: 468 6314 2 971+ فاكس: 462 6314 2 971+

هيئة أبوظبي للسياحة والثقافة
ABU DHABI TOURISM & CULTURE AUTHORITY



www.abudhabitourism.ae

ص.ب: 2380 أبوظبي، الإمارات العربية المتحدة، هاتف: 300 6215 2 971+ فاكس: 059 6336 2 971+



الذاكـــــرة

أسرارها وآلياتها

الفهرس


MOHAMED KHATAB

مقدمة

إن سر الجهاز العصبي هو أهم سرّ أو السر
الوحيد المدغم لكل الأسرار الأخرى.
بول فاليري Paul Valéry، الدفاتر.

تهتم الذاكرة عموماً بتخزين المعلومة وتذكُّرِها. ومن الممكن أن يتوافر لفظ «ذاكرة» على معان توكيدية مختلفة، بحسب المجال الذي استخدم فيه. هكذا، ففي العلوم العصبية، تعتبر الذاكرة تلك القدرة على اكتساب المعلومة والحفاظ عليها واستعادتها. ويفضل بعض علماء النفس، تعريف الذاكرة باعتبارها إمكانية لتكييف السلوك وفق التجربة الماضية. أما في مجال الإلكترونيات والمعلوميات، فإنها تعتبر جهازاً بدنياً dispositif physique يسمح بالحفاظ على المعلومات أو المعطيات وإدراجها. وفي ميدان التاريخ، تكون الذاكرة مطالبة باستعادة الأحداث التاريخية الحاسمة (باعتبارها فعلاً فردياً) وبإحياء ذكرى هذه الوقائع والأحداث (باعتبارها فعلاً جماعياً).

هناك إذن صيغ متعددة للحديث عن الذاكرة؛ وهدف هذا العمل، هو عرض كيفية اشتغال الذاكرة داخل الدماغ الإنساني، من منظور العلوم العصبية وعلم النفس. وهنا أيضاً توجد صيغ عديدة لوصف

هذا الاشتغال، وذلك بحسب مستوى المعالجة؛ فالوصف الذي يعتمد المعالجة الميكروسكوبية، سيهتم بالآليات الخلوية cellulaires بل والجزيئية moléculaires التي هي مصدر قدرتنا على تخزين واستحضار التجارب الماضية. ويتمثل رهان هذا المؤلَّف في الاهتمام بالمستوى الآخر في هذه المعالجة، عبر وصف الأسس العصبية للذاكرة، ضمن مستوى ماكروسكوبي وإدماجي. ولنصرّح من الآن، بأنه لا توجد داخل الدماغ منطقة واحدة ووحيدة للذاكرة. ولدينا سببان لإقرار ذلك :

- أولاً : ليس هناك صنف واحد للذاكرة.

- ثانياً : إن كل صنف من أصناف الذاكرة ينبثق من عمل شبكة، أي من مجموع المناطق الدماغية.

ويبدو لي أن إعطاء تعريف دقيق للذاكرة هو بمثابة مكتسب ضروري سابق على كل وصف تشْريحي ووظيفي لها. ولا يسمح تعريف واحد بالإحاطة بكل المعاني المتضمَّنة في لفظة «ذاكرة» ذلك أن وجود تعريفات عديدة يدل على تعقّد الظواهر التي تشملها هذه اللفظة ويثير السؤال حول معرفة ما إذا كان هذا التنوُّع مرتبطاً بوجود أنظمة عديدة للذاكرة أو أنه يعود فقط إلى اختلاف طبيعة المهام المقترنة بها.

هكذا، سيمنحنا الفصل الأول لمحة تاريخية موجزة عن تطور

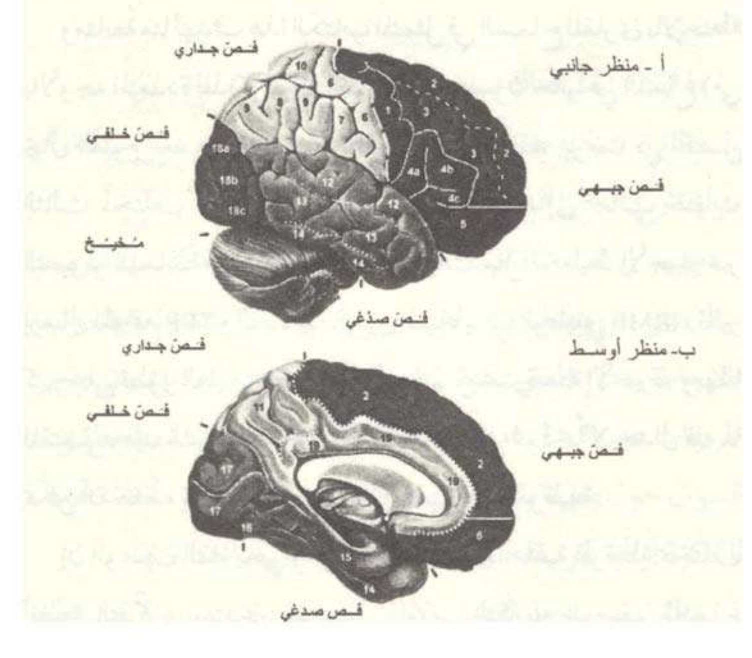
مفهوم الذاكرة. لقد كانت محاولة فهم وظيفة الذاكرة منذ مدة طويلة، مجالاً مخصوصاً للفلاسفة وذلك إلى حدود بدايات القرن التاسع عشر على الأقل. وظهرت أولى الاكتشافات الحقيقية في ما بعد، مع التقارب الحاصل بين علم النفس التجريبي والبحث السريري clinique عند بداية القرن العشرين، مما سمح بانبثاق علم النفس العصبي التجريبي الذي تعتبر أشغاله مصدراً للنماذج الحالية حول وظيفة الذاكرة وتجزئها، الموصوفين في الفصل الثاني.

ومتابعةً منا لهدف هذا الكتاب المتمثل في السماح للقارئ بالإحاطة بالأوجه المتعددة للذاكرة، كما يعالجها المختصون حالياً في الدماغ (في مجال العلوم العصبية علم النفس المعرفي مثلاً)، فقد عرضنا في الفصل الثالث لمختلف أنظمة الذاكرة التي تدرس اليوم إلى جانب تقنيات التصوير الدماغية الوظيفية. وكان للتقنيات مثل تخطيط الأجزاء عبر إرسال المواقع TEP والتصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي IRMF، تأثير كبير على تطور العلوم العصبية خلال الخمس عشرة سنة الأخيرة. وبهذا المقتضى، فإن الدراسات حول الذاكرة، تشكّل نموذجاً لا جدال فيه لما يمكن أن تقدمه تقنيات من هذا القبيل لفهم هذه الوظيفة.

إن الوصف التشريحي والوظيفي للبنيات الدماغية المرتبطة بمختلف أنظمة التذكّر، يستدعي استعمال قاموس التشريح الوصفي للدماغ

الإنساني. ويمكن للقارئ أن يرجع إلى الشكل المرسوم لموْضعة البنيات التشريحية المذكورة في مختلف فصول هذا المؤلَّف.

من جهة أخرى، فإن مجال الذاكرة يحيل على أدبيات غزيرة يستحيل علينا ذكرها كلها. وسيجد القارئ في نهاية هذا العمل، لائحة بأهم الكتب التي عالجت الأفكار والمعطيات الخاصة بالموضوع. أما الإحالات المتعلقة بالأعمال العلمية الأساسية، فهي مثبتة بالنص، ضمن الهوامش.



وصف تشريحي للدماغ البشري :

الفصّ الجبهي

1 - تلفيف ما قبل مركزي
2 - تلفيف جبهي علوي
3 - تلفيف جبهي وسطي
4 - تلفيف جبهي سفلي
أ- غطائي
ب- مثلث
ج- مداري
5 - الجزء المداري للفصّ الجبهي

الفصّ الجداري

6 - تلفيف بعد مركزي
7 - تلفيف فوق هامشي
8 - تلفيف زاوي
9 - تلفيف جداري سفلي
10 - تلفيف جداري علوي
11 - شق جانبي

الفصّ الصدغي

12 - تلفيف صدغي علوي
13 - تلفيف صدغي وسطي
14 - تلفيف صدغي سفلي
15 - تلفيف صدغي أوسط
16 - تلفيف مغزلي
17 - الجزء الأوسط
18 - تلفيف خلفي
أ - علوي
ب - أوسط
ج - سفلي

الفصّ المحيط

19 - تلفيف حزامي

الفصل الأول
تاريخ مفهوم الذاكرة

1. من العصور القديمة إلى فن الذاكرة في العصر الوسيط

كانت ربة الذاكرة مْنيموزين Mnémosyne في الأساطير الإغريقية، هي نتاج للعلاقة السّفاحية بين أورانوس إله السماء وأمه غايا Gaya ربّة الأرض. وقد عرفت أسرار الجمال والمعرفة معاً، حيث انتصبت أمامها الأوجه الثلاثة للزمن، في حاضر دائم.

هكذا، عرفت منيموزين كل ما كان وما هو كائن وما سيكون. وبعد معاشرتها لزيوس تسع ليال متتابعة، رزقت بتسع فتيات، هي ربات الفنون بالهليكون Hélicon وأسماؤهن على التوالي: كاليوب Calliope، كليو Clio إيراطو Erato، أوترب Euterpe، ملْبومين Melpomène، بوليمني Polymnie، تربسيكور Terpsichore، طالي Thalie، وأوراني Uranie. وبذلك انبثقت الفصاحة والتاريخ والموسيقى وفن الاحتفالات والغناء والهندسة والرقص والكوميديا وعلم الفلك وكل الفنون الأخرى، من الذاكرة أم ربات الفنون.

واعتبر الفلاسفة القدامى الذاكرة، التي سقطت بهذا الشكل من سماء الآلهة فوق رأس البشر، سراً من الأسرار.

وقد حاول أرسطو (384–322 ق.م) في مؤلفه حول الذاكرة وعنوانه De memoria et reminiscentia حل مفارقة البقاء الغامض للماضي لدينا، مما يجعله مرئياً ومحسوساً وكأنه حاضر، مع كونه غابراً في الوقت نفسه.

وقد كتب بهذا الخصوص ما يلي: «كل شيء يسير وفق التداعيات، فكل ذكرى تستدعي الأخرى؛ وصورة شيء تجذب إليها صورة أخرى، عندما تقوم بين الطرفين علاقة تشابه وتعارض أو تجاور».

وسيتأسّس فن الذاكرة في القرون الوسطى على هذه القوانين الثلاثة للتداعي، بغرض بناء الصور القابلة لأن تمركز بداخلها سلسلة التداعيات القادرة على منح فكرنا إمكانية استعادة ما عهد إلى هذه الصور.

وستنضاف إلى هذا التحليل الفلسفي لوظيفة الذاكرة لدى القدماء، مقاربة تشريحية وفزيولوجية، قائمة على دراسة العلاقات بين الدماغ والوظائف الذهنية. ويعتبر أرسطو من السّبّاقين إلى وضع ما سمي بالنظرية القلبية المركزية cardio-centriste التي تمنح للقلب دور توليد ومراقبة الملكات الذهنية. إن الخصائص المعرفية للقلب تنبثق حسب أرسطو، من حرارته. أما الدماغ، فهو عضو بارد لا يتدخل إلا باعتباره منظماً لإفراط محتمل للقلب.

بيْد أن هذه النظرية تبدو متعارضة مع أخرى أقدم منها صدرت

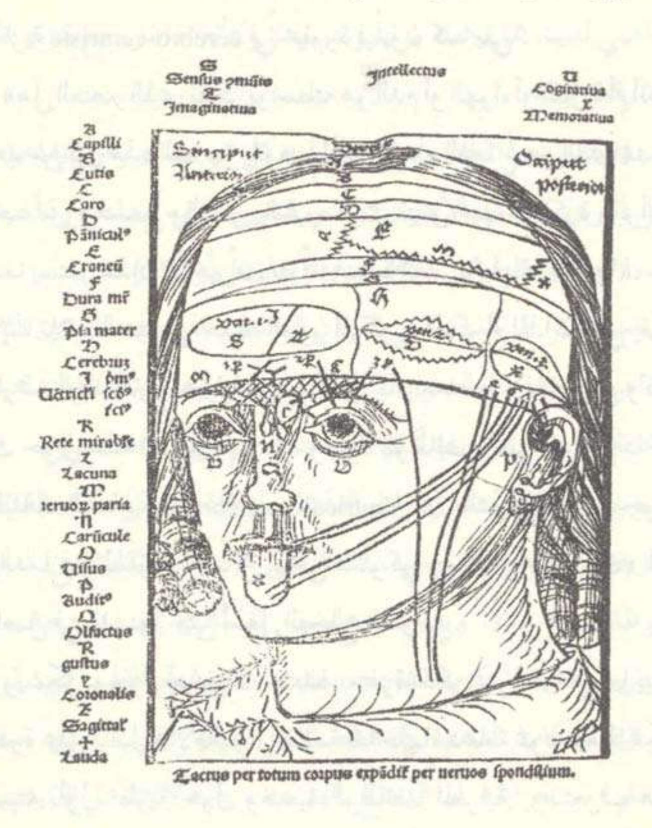
عن أفلاطون Platon (427–347 ق.م) الذي وضع الدماغ في مركز الأنشطة الذهنية للإنسان. وقد عرض أفلاطون لنظريته الدماغية المركزية cérebro-centriste في محاورة فيدون كما يلي :

«هل العنصر الذي نفكر بواسطته هو الدم أو الهواء أو النار ؟ أم أنه لا واحد من بين هذه العناصر يقوم بذلك، ما دام الدماغ هو الذي يمنحنا الإحساس والسمع والبصر والشم، الذي تنبثق عنها الذاكرة والرأي. عندما يستقر هذان الأخيران، يتولّد عنهما العلم بالطريقة نفسها».

إننا نلاحظ هنا من جديد الدور المركزي الممنوح للذاكرة في إقرار المعارف. وقد اقترح هيروفيلوس الذي كان معاصراً لأفلاطون، وكان ذلك حوالي سنة 300 ق.م.، بأن وجود الوظائف العليا للدماغ داخل البُطيْنات الدماغية Ventricules cérebraux أي بالتجْويفات الموجودة في الدماغ والمملوءة بالسائل المخي الشوكي céphalo-rachidien التي تتواصل في ما بينها حتى أسفل النخاع الشوكي.

ويشكل وجود تجويفات عديدة، متفرقة لكن متواصلة في ما بينها وقادرة على تبادل «الأفكار» القائمة بداخلها، دعامة نموذجية لما يمكن تسميته بأول نظرية حول وضعية الوظائف المعرفية. وستعرف هذه النظرية البُطيْنية Ventriculaire المسماة أيضاً «نظرية الخلايا»، تطوراً هائلاً، خصوصاً في القرون الوسطى حيث سيتم التمييز بين ثلاث

ملكات أساسية ترتبط كل واحدة منها بتجويف بطيني وهي: الحس والعقل والذاكرة. (انظر الشكل 1-1).



الشكل 1-1

توضح هذه الصورة الحفرية لمانيوس هونت Magnus Hundt (1449–1519) نظرية الخلايا باعتبارها موضعاً للوظائف الذهنية. وقد صدر سنة 1501 في مؤلفه Anthropologium[1].

هكذا تم تجزيء الدماغ من (A) إلى (G) وتمثيل الحواس الخاصة بالحرفين (O) و (R) مع الترابطات والنظام البطيني بخلاياه الثلاث. وأول خلية هي «الحس المشترك» و«الخيال»؛ أما الخلية الثانية فهي «المعرفة» والثالثة هي «الذاكرة». وقد حولت الأفكار الحيوية المنبعثة من القلب إلى مبادئ فكرية، على مستوى شبكة من الشرايين الموجودة بقاعدة الجبهة (على شكل خطوط بالنقش)؛ لتنتشر في الخلايا قبل أن تمر داخل الأعصاب المحركة أو الناقلة للأحاسيس.

هكذا، اعتُبرت الذاكرة منذ الأزمنة القديمة وخلال القرون الوسطى، أحد أهم الإنجازات الذهنية. وكان أكبر عباقرة تلك الأزمنة يوصفون باعتبارهم أشخاصاً ذوي ذاكرة قوية، بحيث كانت هذه الملكة تعتبر علامة على التفوق المعنوي والذهني.

وتؤكد ماري كريتورس Mary Carruthers في مؤلفها حول الذاكرة في ثقافة القرون الوسطى بأن «ثقافة العصر الوسيط كانت ثقافة

---

(1) M.Hundt, Anthropologium de Hominis dignitate, natura et propr - etatibus, de elementistis, partilius et membris humani corporis. Leipzig, W. Stoeckel, 1501

ذاكرة بالأساس، بنفس الدرجة والقوة التي تعتبر فيها الثقافة الحديثة للغرب وثانقية». وقد همَّ تقريظ الذاكرة، على مدى القرون الوسطى بالخصوص، الجوانب المتعلقة بالترابطات الذهنية على مستوى التذكر mnémotechnique. وكانت تلك هي فترة العصر الذهبي لفن الذاكرة الهادف إلى ترتيب الذكريات للحفاظ عليها بشكل أفضل، في شكل صور في البداية، ولتسهيل النفاذ إليها في ما بعد.

وجدير بالذكر أن اكتشاف وتطور الكتابة، شكلا دعامة ثابتة وقارة للذكريات. وساهم ابتكار المطبعة الذي ضاعف بطريقة اقتصادية وفعالة، هذا النوع من الذاكرة الخارجية، في التقليل من فعالية فن الذاكرة، الذي انحط بشكل لا رجعة فيه، ابتداء من القرن السابع عشر.

2 – البدايات الأولى لعلم النفس العصبي للذاكرة

في سنة 1804، أصدر الفيلسوف الفرنسي مين دو بيران Maine de Biran، مصنَّفاً أكد فيه بأنه لا يمكن اعتبار الذاكرة كياناً واحداً. وقد ميز بين ثلاثة أنماط للذاكرة، بحيث يشتغل كل شكل باستقلال عن الآخر. وهذه الأنماط هي الذاكرة التمثيلية التي تسمح بتذكُّر الأحداث؛ والذاكرة الآلية وأيضاً الذاكرة الحسية المتعلقتان بالتعبير اللاشعوري عن بعض أنواع السلوك[2].

(2) M. Carruthers, Le livre de la mémoire, Macula, 2002,

وفي الفترة نفسها، وصف فرانز يوسف غال Franz Joseph Gall الأصناف الفردية للذاكرة، بفضل ملاحظاته عن تنوع الذاكرة الفردية. وقد كتب سنة 1819 ما يلي: «من بين العديد من الزملاء، كان البعض يحفظ الأشياء عن ظهر قلب بسهولة حتى ولو لم يفهمها؛ أما البعض الآخر فلم يكن يتوافر على هذه السهولة في الحفظ وكان يستحضر الوقائع والأشخاص بطريقة خاصة.

وهناك أفراد كانوا يتميزون بقدراتهم الهائلة على تذكّر الأماكن وتحديدها وتوجيهنا عبر مسالك غير معروفة لدينا؛ ومنهم من كانوا يردّدون مقطعاً موسيقياً دون ارتكاب أي خطأ؛ وكان آخرون يتذكرون الأرقام والتواريخ بالخصوص ..إلخ.»

وأضاف بعد ذلك قائلاً: «يتعيّن أن توجد أشكال عديدة للذاكرة وملكات مختلفة أساساً؛ وبالتالي لا يمكن أن يوجد عضو واحد ووحيد مخصوص للذاكرة».[3] وكان علينا انتظار نهاية القرن التاسع عشر لمعاينة الدراسات التجريبية الأولى والحقيقية للذاكرة؛ ففي سنة 1885، أصدر عالم النفس هيرمان إيبنغاوس Hermann Ebbinghaus أول عمل حول قياس الذاكرة، ذلك أن معالجة هذه الأخيرة من منظور سيكولوجي، أدى بالضرورة إلى تقييم هذه الوظيفة تجريبياً. لقد اعتمد إيبنغاوس طريقة

(3) Maine de Biran, Influence de l'habitude sur la faculté de penser, Paris, PUF, 1804/1954.

كمية لدراسة عدد كبير من ظواهر الذاكرة. ويمكن التعرف على أعماله بتفصيل ضمن مؤلّف سيرج نيقولا Serge Nicolas [4] الذي أستقي منه التجربة المرجعية، الملهمة للعديد من الباحثين المهتمين بدراسة الذاكرة. ويتعلق الأمر بمقاربة كمّية للنسيان، قائمة على تعلم 163 سلسلة من 13 مقطعاً لا معنى لها، لكنها قابلة للتلفُّظ. ودام التعلم الأول إلى حدود الاستظهار المتكرر للسلسلة دون أخطاء؛ وتم تكراره خلال مدة تتراوح بين ربع ساعة وشهر. وقد بينت النتائج بأن النسيان يكون سريعاً جداً منذ الساعات الأولى؛ وبأن 80 بالمائة من المادة المحفوظة تنسى بعد شهر من تعلُّمها.

بعد مرور بضع سنوات، سيدافع الفيلسوف هنري برغسون بدوره عن فكرة وجود عدة أشكال أو أصناف للذاكرة، في مؤلفه « المادة والذاكرة» قائلاً : «يمكننا أن نتمثل نوعين من الذاكرة، مستقليْن بعضهما عن بعض نظرياً. أما النوع الأول، فيسجل على شكل صور– ذكريات كل أحداث حياتنا اليومية على امتدادها، بحيث يأخذ التفاصيل كلها في الحسبان ويمنح لكل واقعة ولكل حرية مكانهما وتاريخهما (...) وهناك ذاكرة مختلفة تماماً عن الأولى وهي ميّالة دوماً إلى الفعل ومستقرّة في الحاضر ووجهتُها المستقبل فحسب (...) هكذا، فإن إحدى هاتين

(4) F.J. Gall, Anatomie et physiologie du système en général et du cerveau en particulier,Paris, N. Maze, 1819

الذاكرتين تتخيّل والأخرى تكرّر»[5].

ونحن نجد هذا التقابل بين الذاكرة باعتبارها مقراً لذكرياتنا والذاكرة بوصفها مستودعاً لأفعالنا الحركية في النماذج المعاصرة لدراسة الذاكرة. لكن لابد من الإشارة إلى أن تقارب مواقف برغسون وريبو Ribot بخصوص وجود أشكال عديدة للذاكرة، يخُفي في الواقع اختلافاً عميقاً في تصوُّر وظيفة الدماغ لدى هذين الفيلسوفين[6].

لقد أسس ريبو استدلاله على واقع كون الدماغ هو عضو التمثل وعلى كون الذاكرة من طبيعة عضوية. أما برغسون، فاعتبر الدماغ عضواً للفعل وليس للإدراك؛ وميز بين شكلين للذاكرة. الأولى هي من طبيعة حسية حركية وهي منطبعة في الجسد كعادة؛ أما الثانية فهي مكونة من ذكريات من طبيعة غير مادية؛ وبذلك لا يُسمح لها بأن تتخذ أي شكل قائم على دعامة تشريحية.

وعند نهاية القرن التاسع عشر الغني بالتساؤلات حول وحدة أو تعدد الذاكرة ظهر مؤلف وليم جيمس الموسوم بـ«مبادئ علم النفس»[7]. وقد وضع هذا السيكولوجي الأمريكي تقابلاً بين ذاكرة أولية تسمح

(5) S. Nicolas, La Mémoire humaine, une approche structuraliste, Paris, L'harmattan, 2000

(6) H. Bergson, Matière et mémoire, Paris, PUF, Quadrige, 1896.

(7)E. Jaffard, B. Claverie et B. Andrieu, Cerveau et mémoires, Bergson, Ribot et la neuropsychologie, Osiris, 1998.

لنا بالحفاظ بشكل واع ولمدة محدّدة على الإدراك أو الأفكار؛ وذاكرة ثانوية تسمح باسترجاع العناصر المختفية إلى حظيرة الوعي.

هكذا، أقرت أعمال جيمس بفكرة الطبيعة المركبة للذاكرة، وهي الفكرة التي لن تفرض نفسها إلا بعد مرور نصف قرن. لقد ظل علم النفس، إلى حدود الخمسينيات من القرن العشرين، خاضعاً لتيار ظهر عند بداية القرن المذكور وارتكز على تحليل السلوك القابل للملاحظة؛ ونقصد بذلك السلوكية. وقد استلهم هذا التيار، الأعمال الشهيرة للعالم الروسي إيفان بافلوف Ivan Pavlov حول الإشراط لدى الحيوانات؛ فصوت الجرس الذي يسبق بانتظام تقديم الطعام للكلب، يكفي وحده لإثارة ردود أفعال حركية ولعابية، عادة ما يصدرها الحيوان أمام الطعام.

ولن تقبل السلوكية سوى بما هو قابل للملاحظة والقياس موضوعاً للبحث العلمي، أي بالسلوك المتجلي عن طريق ردود أفعال انعكاسية للعضوية الخاضعة للمثير خارجي. وفضلاً عن ذلك، ستعتبر النشاط الذهني المتوقع بين المثير والاستجابة السلوكية بمثابة «علبة سوداء» لا يمكن دراستها علمياً. وقد انحصرت المعالجة السيكولوجية للذاكرة في إطار ظواهر الإشراط الترابطي البافلوفي أو المرتبط إجرائياً بالفعل. وعلى سبيل المثال، فإن الفأر الموضوع داخل قفص وأمامه رافعتان، سيتعرف

بسرعة على الرافعة التي تقرب له الطعام. وفي الحقيقة فإن إبعاد علم النفس السلوكي لكل شكل من أشكال الدراسات الاستبطانية للذاكرة، حدّ من تنوع وغنى الأبحاث التجريبية في هذا المجال.

هكذا، فإن الأشكال المختلفة للذاكرة، المقترحة من طرف ريبو وجيمس، ستُختزل في النموذج السلوكي المهيمن على علم النفس منذ أكثر من نصف قرن وستُدمج وتُدرس من خلال التعلُّم والإشراط.

لكن، وبفعل تطور علوم التواصل والمعلوميات، تمّ التخلي تدريجياً عن السلوكية ابتداء من ستينيات القرن العشرين وذلك لفائدة علم النفس المعرفي.

وقد اعتبرت هذه الأخيرة الدماغ آلة تعالج المعلومات على شاكلة الحاسوب وذلك وفق إجراءات متتالية حُدّدت كالآتي: الإحاطة بالمعلومة وترميزها انطلاقاً من سَنَن أو شِفرَةٍ رمزية، ثم تخزينها واستدعاؤها وفك رموزها والخروج في النهاية. وشكلت دراسة الذاكرة أهم ميدان تطبَّق فيه هذه المقاربة، بحيث أصبحت عبارة عن إشكالية مركزية في العلوم المعرفية. كما سمحت المواجهة بين نماذج علم النفس المعرفي (المنبثقة من تداخل مواد تخصصية، مثل علم النفس والسيكو-لسانيات والذكاء الاصطناعي) والدراسات المتعلقة بوظائف الدماغ، بتفعيل مادة تخصُّصية وهي علم النفس العصبي المعرفي التي

تقوم على المسلمة التالية: وهي أن كل نشاط نفسي يرتكز على عملية دماغية. ومما لا شك فيه، أن أعمال بول بروكا Paul Broca خلال النصف الثاني من القرن التاسع عشر، قد ساهمت فعلاً في ميلاد هذه المادة التخصصية. استشهد عالم الأعصاب الفرنسي هذا بحالة مريض تعرض لحادثة على مستوى الأوردة الدماغية، أدت إلى فقدانه التام لملكة الكلام. وبعد موت المريض كشف بروكا أثناء تشريح الجثة عن جرح بالجزء الداخلي للفصّ الجبهي الأيسر وأقر بوجود رابطة بين هذا الجرح والخلل الوظيفي المعرفي cognitif، هكذا ستصبح المقاربة النفسية عصبية المسماة أيضاً تشريحية سريرية، على مدى القرن العشرين، هي المصدر الوحيد للمعطيات المتعلقة بالهندسة الوظيفية الماكروسكوبية للدماغ البشري.

3 – انبثاق الذاكرة المتعددة

رغم محاولات التنويع التي قام بها مين دوبيران وريبو بفرنسا وجيمس بالولايات المتحدة الأمريكية، عند نهاية القرن التاسع عشر، فإن وحدة الذاكرة ظلت مقبولة بشكل كبير إلى حدود خمسينيات وستينيات القرن العشرين.

وتعود مبادرة تجزيء الذاكرة إلى دونالد هيب Donald Hebb الذي

أصدر سنة 1949 عملاً ميَّز فيه بين الذاكرة ذات المدى القصير وهي ترتكز على النشاط الكهربائي المؤقت للدماغ؛ والذاكرة ذات المدى الطويل وهي قائمة على تطور التحولات الكيميائية العصبية الأكثر رسوخاً.(8)

وفي السنوات اللاحقة، فرضت فكرة تعدُّدية الذاكرة نفسها، بفضل الدراسات في مجال السيكولوجيا العصبية التجريبية التي قابلت بين الاضطرابات المعرفية والتشوُّهات الدماغية. هكذا، ظهرت ألفاظ مثل «انفصال» و«منطق انفصالي»، لتحديد واقعة كون بعض أشكال الذاكرة ظل محفوظاً، في حين أن البعض الآخر تعرَّض لاضطراب نتيجة تشوُّه موضعي. وبفعل التطور الحاصل في مجال السيكولوجيا العصبية المعرفية، تم إبراز حالات الانفصال القائمة على مستوى وظيفة الذاكرة الإنسانية والقَبول بالتصور النظامي التعدُّدي لهذه الأخيرة، على المستوى الماكروسكوبي.

(8) W. James, The principle of psychology, New york, Holt, 1890.

الفصل الثاني
أصناف الذاكرة الإنسانية

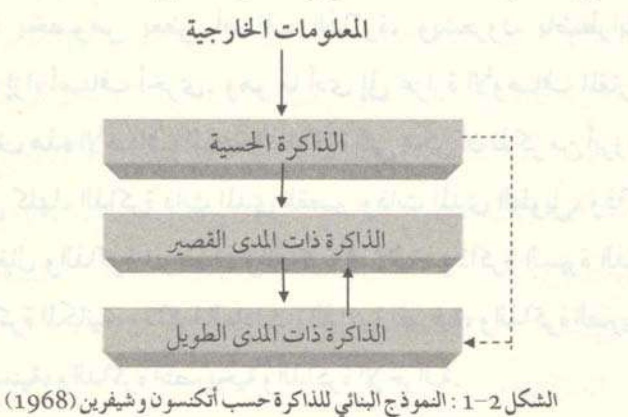
إن لفظ «ذاكرة»، كما يؤكد سيرج نيقولا [9] «من بين الألفاظ التي يؤدي الامتداد الشاسع لحقلها الدلالي إلى سوء الفهم. ابحثوا في العديد من القواميس العامة والفلسفية أو السيكولوجية وقارنوا بين التعريفات المقدَّمة؛ وستجدون أن أكثر الدلالات تنوعاً، ذات صلة بهذا اللفظ».

وقد توصل الباحثون إلى التمييز بين أشكال أو أنظمة عديدة للذاكرة، حيث شجعهم على ذلك أكثر من قرن من الدراسات النفسية العصبية، التي بينت كيف أن المرضى المتضررين، يقومون بإنجازات عادية بخصوص بعض أصناف الذاكرة، ويشعرون باضطرابات حادة إزاء أصناف أخرى. وهو ما أدى إلى غزارة الأوصاف المقترحة بتعريف هذه الأصناف المختلفة للذاكرة التي يمكن أن نذكر من أبرزها، وليس كلها، الذاكرة ذات المدى القصير وذات المدى الطويل، وذاكرة الاشتغال والذاكرة المرحلية، والذاكرة الدلالية، وذاكرة السيرة الذاتية والذاكرة المكانية، وذاكرة العادات والذاكرة المعرفية، والذاكرة الصريحة والضمنية، والذاكرة التصريحية والذاكرة الإجرائية.

---

(9) D. O. Hebb, Organization of behavior, New York, wiley, 1949.

ويقابل هذه المصطلحات الغزيرة، عدد لا يستهان به من نماذج تنظيم الذاكرة التي تطورت خلال ثمانينيات القرن العشرين والتي تستند عليها أغلب الدراسات الحالية في مجال التصوير العصبي المعرفي. وانطلاقاً من أعمال هيب Hebb الذي ميَّز بين ذاكرة ذات مدى قصير وذاكرة ذات مدى طويل، اقترحت مجموعة من النماذج التي يعتبر من أكثرها تأثيراً، نموذج العالمين النفسانيين أتكنسون Atkinson وشيفرين Schiffrin [10] عند نهاية الستينيات من القرن العشرين. وهذا النموذج يُصَنَّف من بين النماذج البنائية والتراتُبِيّة الأولى للذاكرة. وقد قسم هذه الأخيرة، تبعاً لمدة الذكرى، إلى ثلاثة مكونات وهي : الذاكرة الحسية والذاكرة ذات المدى القصير والذاكرة ذات المدى الطويل (انظر الشكل 2–1).



الشكل 2–1 : النموذج البنائي للذاكرة حسب أتكنسون وشيفرين (1968)

(10) S. Nicolas, La mémoire humaine, une approche structuraliste, Pa - is, L'Harmattan, 2000

حسب هذا النموذج، تباشر المعلومة الحسية أولاً بولوج الذاكرة الحسية لمدة قصيرة جداً، تقدَّر ببضع مئات الأجزاء من الألف من الثانية. بعد ذلك، تستقبل الذاكرة ذات المدى القصير معلومات منتقاة، مستمدة من الذاكرة الحسية؛ ولكن أيضاً معلومات مستمدة من الذاكرة ذات المدى الطويل. هكذا يُحتفظ بهذه المعلومات في الذاكرة مدة لا تتعدى عشرات الثواني، وهو ما يفسر وصفَها بالذاكرة ذات المدى القصير.

وأخيراً، فإن الذاكرة ذات المدى الطويل، تتميز بدوام المعلومة المخزونة. وهناك عنصر مهم يخص إمكانية نقل المعلومات من هذه الذاكرة، نحو الذاكرة ذات المدى القصير سيسمح لاحقاً بإعطاء دلالة عميقة لمفهوم ذاكرة الاشتغال. ورغم اختلاف آليات هذه الأنظمة الثلاثة، فإنها تتسلسل بشكل طبيعي بحيث يمكن اعتبارها مراحل ثلاث ضرورية للاحتفاظ الدائم بالذكرى.

ومن هذا المنظور، لا يعدو نموذج أتكنسون وشيفرين، أن يكون نموذجاً تسلسلياً، مادامت المعلومة تُنتقل من الوضعية الحسية إلى الذاكرة ذات المدى القصير ثم إلى الذاكرة ذات المدى الطويل. فقد أبان هذا النموذج عن عمليات الانفصال الموصوفة في حالات فقدان الذاكرة، والقائمة بين ذاكرة محفوظة ذات مدى قصير وذاكرة مضطربة ذات

مدى طويل. وهو ما سنتعرف عليه بدقة في هذا الفصل، بخصوص حالتي كل من (هـ.م.) وكورسكوف Korsakov.

لقد مكن وصف حالة العديد من المصابين بخلل في الذاكرة ذات المدى القصير، دون أن يكون لذلك تأثير على الذاكرة ذات المدى الطويل، من تعزيز التمييز النظري بين هذين الشكلين للذاكرة، مع إعادة النظر في التنظيم التسلسلي للنموذج. ومع ذلك، فإن هذا الأخير يظل نقطة اتصال، تتطور من خلاله وحدة الذاكرة ذات المدى القصير، باتجاه تصور لذاكرة الاشتغال المتضمنة للعديد من المكونات. وفي الإطار نفسه، سنرى كيف سيخضع مفهوم الذاكرة ذات المدى الطويل لعمليات تجزيء عديدة، يتم من خلالها التمييز بين الذاكرة المرحلية والذاكرة الدلالية.

1 – الذاكرة الحسية

تحتفظ الذاكرة الحسية بالمعلومة بأمانة، لكن في ظرف وجيز، فمدتها قصيرة جداً (بحيث تتراوح بين بضع مئات الأجزاء من الألف من الثانية وثانيتين) إلى درجة أنها غالباً ما تعتبر وكأنها جزء من عملية الإدراك. وهو ما يؤدي إلى القول أن أصناف الذاكرة الحسية هي بعدد الصيغ الحسية. ويتم بهذا الخصوص، التمييز بين نظامين فرعيين وهما: الذاكرة الأيقونية للإدراك البصري والذاكرة السمعية للإدراك السمعي.

إننا عندما نذهب إلى السينما نجد أنفسنا أمام سلسلة من الصور الثابتة التي تفصل بينها لحظات قصيرة من العتمة. وإذا ما كنا ندرك ذلك كمشهد متحرك باستمرار شبيه بالواقع، فلأننا نخزن كل صورة معروضة بشكل وجيز، بفضل هذه الذاكرة الأيقونية. وبالمماثلة، فإن المعالجة السمعية تروم جمع المعلومات في فترات قصيرة من الزمن. هكذا توفر الذاكرة الحسية وحدة الموضوع أو الظاهرة أثناء إدراكها. وهي لا تقتضي تركيز الانتباه على خاصية محددة للموضوع، لأن التخزين يتم بشكل آلي خلال الإدراك ويختفي بشكل عام، في أقل من ثانية.

وكان عالم النفس ج. سبيرلنغ G. Sperling من السّبّاقين إلى إجراء سلسلة من البحوث في بداية الستينيات من القرن العشرين، سمحت بتقدير مدة الذاكرة الأيقونية [11]. هكذا، تم بواسطة شعاع ضوئي فوري، توزيع 12 حرفاً على ثلاثة أسطر وأربعة أعمدة داخل جدول. وبعد اختفاء الصورة، سمع الشخص نوتة موسيقية منخفضة أو متوسطة أو حادة. وتشير درجة النغمة إلى الخط الذي يتعيّن على الشخص وصفه. فإذا وصل الصوت إلى الأسماع في مئات الأجزاء من الألف من الثانية، بعد ظهور الجدول، فإن الشخص يكون قد تذكّر أغلب أحرف السطر، وهي ثلاثة في المتوسط؛ وهو ما يعني أنه حفظ تسعة أحرف(3 × 3)،

(11) R. C. Atkinson et R.M Schiffrin, Human memory of learning and motivation, K. W. Spencer, New York, Academic press, 1968, p. 89-195

ما دام هناك ثلاثة أسطر ممكنة. أما إذا ما سمع الصوت بعد أكثر من ثانية على تقديم الحروف، فإن إنجاز الشخص يتهاوى إلى مستوى النص. وتوضح هذه التجريبة أن الحروف تخضع بسرعة للتشفير والترميز وأن آثارها تظل قائمة خلال بضع مئات الأجزاء من الألف من الثانية.

هكذا، تعتبر الذاكرة الأيقونية أساسية للإدراك البصري الواعي. وبشكل عام، فإن الذاكرة الحسية تشكل انتقالاً ضرورياً من أجل التخزين والمعالجة داخل الذاكرة ذات المدى القصير.

2 - الذاكرة ذات المدى القصير أو ذاكرة الاشتغال

تسجل الذاكرة ذات المدى القصير الأحداث المتسلسلة في الحياة اليومية بشكل مؤقت. من ثمّ، بإمكان وجه لَقيناه في الشارع أو رقم هاتف تم سماعه الاختفاء بسرعة وإلى الأبد، ما لم نقم بمجهود واع لتذكُّره. ولقد تمَّ تحديد القدرة على التخزين، المسماة بقياس القدرة التذكُّرية، في حوالي سبعة عناصر، بزيادة أو نقصان عنصرين بحسب الأشخاص. ومعلوم أن قياس القدرة التذكرية يرجع في الأصل إلى طريقة صاغها معلم المدرسة يوسف جاكوبز **Joseph Jacobs** في نهاية القرن التاسع عشر، رغبة منه في قياس القدرات الذهنية لتلاميذه. وتتمثل هذه الطريقة في عرض لائحة من العناصر على الشخص (أحرف، مقاطع، كلمات، أو أرقام) ومطالبته بترديد ما ورد في اللائحة بالترتيب

نفسه. هكذا سيشكل طول اللائحة، التي تم ترديد محتوياتها من دون خطأ من قِبل الشخص، دليلاً على قدرته التذكرية.

وفي الواقع، فإن الذاكرة ذات المدى القصير، هي عنصر أساس في النشاط النفسي؛ فلكي تفهموا معنى الجملة التي ستظهر أمام أعينكم، يجب عليكم الاحتفاظ بالكلمات الأولى في الذاكرة. وقد سمح مفهوم الاحتفاظ بالمعلومات الضرورية في الذهن، بميلاد لفظة أخرى ستُستعمل بدلاً من لفظة الذاكرة ذات المدى القصير، وهي ذاكرة الاشتغال التي تربط بين المعلومات الحاضرة وبين الإجراءات المنبثقة من الذاكرة ذات المدى الطويل، اللازمة لمعالجتها.

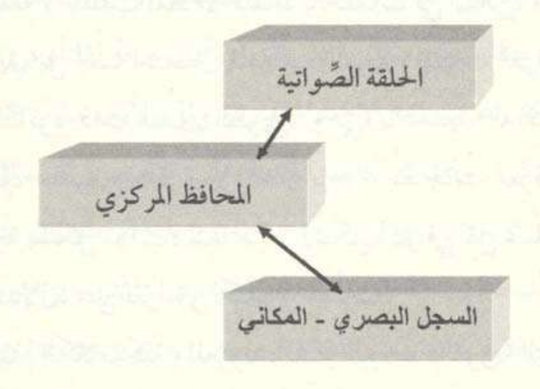
إن فهم الجملة لا يتطلب فقط الاحتفاظ بالكلمات في الذهن، من البداية إلى النهاية، بل أيضاً استعمال المعارف اللغوية وتقنيات القراءة المخزونة في الذاكرة ذات المدى الطويل، وهي بالتحديد الذاكرة الدلالية. من ثمّ، ستسمح ذاكرة الاشتغال بإجراء معالجات معرفية للعناصر المخزونة بشكل مؤقت؛ كما ستبرز بشكل أكبر في كل عملية تستوجب الاستدلال، مثل القراءة والكتابة والحساب.

ومن بين المهام الكلاسيكية والمعروفة، نذكر الترجمة الفورية التي يقوم فيها المترجم بعملية النقل مع الاحتفاظ بالمعلومات التي تصله عبر لغة أخرى، في الآن نفسه.

ويعتبر عالم النفس ألان بادلي Alan Baddeley أول من صاغ المفهوم الحديث لذاكرة الاشتغال، حيث جمع مختلف هذه العمليات ضمن تعريف واحد. هكذا، فإن هذه الذاكرة ستساعد على الاحتفاظ المؤقت بالمعلومات، وعلى انتقائها واستخدامها، أثناء إنجاز مختلف المهام المعرفية مثل فهم النصوص والتعلم وحل المشكلات وخلال القيام بأنشطة «الفكر» عموماً[12].

وقد عمل هذا النموذج في الأصل، على تفكيك ذاكرة الاشتغال إلى ثلاث مجموعات فرعية (أنظر الشكل 2 – 2).

(أ) نموذج بادلي (1974):



(12) G. Sperling, The information available in brief presentation, psychological Monograph, 74, n° 498, 1960.

(ب) نموذج بادلي بعد تحيينه (2000):



الشكل 2-2. نموذج ذاكرة الاشتغال حسب بادلي (1974؛ وتحيين لهذا النموذج سنة 2000)

ثمّة محافظ مركزي (وهو المكون الانتباهي للنموذج) يحظى بدعم نظامين مساعدين وهما الحلقة الصِّواتية، باعتبارها حلقة أساسية للحفاظ على المعلومات الشفاهية، والسجل البصري المكاني، المخصوص للمعلومات البصرية والمكانية. وبذلك يتم الفصْل بين ذاكرة الاشتغال الشفاهية وذاكرة الاشتغال البصرية المكانية. وقد أدت الأبحاث اللاحقة إلى الفصل، داخل ذاكرة الاشتغال البصرية المكانية ذاتها بين ذاكرة الأشغال لـ«موضوع»، وهي لامكانية تسمح بوصف الخصائص غير المكانية لموضوع ما أو لصورته، وذاكرة الاشتغال المكانية حصراً.

يبدو من المهم هنا، توضيح دلالة لفظ «بصري». إن ذاكرة الاشتغال

البصرية المكانية تحيل عموماً على السجل البصري والمكاني في مجموعة وتهم، من حيث طبيعتُها، المعلومات البصرية. وعادة ما تحيل ذاكرة الاشتغال كـ«موضوع» على هويّة المثير، في حين تحيل ذاكرة الاشتغال المكانية على تموقُع هذه المعلومة البصرية، بالمعنى الواسع، داخل المكان. ورغم أن نموذج بادلي ليس هو النموذج الوحيد لذاكرة الاشتغال، إلا أنه يعتبر مرجعاً أساسياً في علم النفس العصبي وفي التصوير العصبي المعرفي. ولم يطرأ عليه أي تغيير على مدى ربع قرن، إلى حدود سنة 2000، حيث أضيف إليه عنصر مهم[13].

هكذا، عمل النموذج المحيَّن على إدماج نظامٍ للتخزين المؤقت والمرحلي (Buffer). (انظر الشكل 2–2. ب). ويتحدَّد دوره في الحفاظ مؤقتاً على المعلومات المنبثقة من مختلف الصيغ (الشفهية والبصرية والمكانية)؛ وبعبارة أخرى، في الحفاظ على المراحل التي تدمج فيها المعلومة في المكان والزمان. وكما هو الشأن بالنسبة للأنظمة المساعدة الأخرى، فإن التخزين المؤقت والمرحلي يخضع لمراقبة المحافظ المركزي. وتسمح هذه الإضافة بتمفْصُلٍ أفضل لوظيفة ذاكرة الاشتغال والذاكرة ذات المدى الطويل.

(13) A. D. Baddely et G. J . Hitch, Working memory, The Psycholpgy of Learning and motivation, G. Bower, san Diego, Academic Press, 1974, P. 47/90.

3 – الذاكرة ذات المدى الطويل

لا تقتصر هذه الذاكرة على تخزين الأحداث الدالة التي تواكب حياتنا كلها، بل تُستخدم أيضاً للحفاظ على معاني الكلمات وعلى المهارات اليدوية التي تمّ تعلمها. وتبدو قدرتها لامتناهية كما أن بإمكانها الاستمرار أياماً وشهوراً وسنوات بل على مدى الحياة ! ومع ذلك، فإن لها ثغراتها وبإمكانها أحياناً أن تشوه الواقع، كما يمكن لفعاليتها أن تتراجع مع السنين. وتتضمن الذاكرة ذات المدى الطويل، ذاكرة الوقائع الحديثة العهد، حيث تكون الذكريات قد رسخت فيها. وللاختصار، يمكن القول إنها بمثابة توالٍ زمني لثلاث عمليات أساسية كبرى وهي: الترميز والتخزين واستعادة معنى الشيء الذي يتعيّن تذكُّره.

مثلاً، يمكن ترميز كلمة «ليمونة» بالطريقة التالية: فاكهة كروية وصفراء. وإذا لم يتم استرجاع هذه الكلمة تلقائياً، فإن استحضار مؤشر منبثق من الترميز (مثل فاكهة)، يسمح باستعادتها. وتتوقف فعالية الاستعادة على عمق الترميز وبالتالي على تنظيم المعطيات. كما تحيل عملية الترميز أيضاً على المعلومة المستهدَفة وعلى السياق المجالي والمعرفي والانفعالي المحيط بها. وفضلاً عن ذلك، فإن ترابط الأفكار أو الصور عبر إجراءات التذكُّر تساهم في خلق روابط تسهل عملية الترميز، لأن المعلومة يمكن أن تُنسى حتى ولو كانت خاضعة لترميز جيد.

وأما التخزين، فيمكن اعتباره عملية نشيطة للترسيخ، تجعل الذكريات أقل عرضة للنسيان. وهذا الترسيخ هو الذي يميز ذاكرة الوقائع الحديثة العهد عن ذاكرة الوقائع القديمة المرتبطة بعدد كبير من المعارف القائمة سلفاً. ويلعب النوم، في مرحلته المفارِقة بالخصوص، وكذلك المراجعة (مراجعة الدروس مثلاً)، دوراً كبيراً في عملية الترسيخ؛ وكلما كانت الذكرى مرموزة ومُهيأة ومنظمة ومُهيكلة، كلما سهل إيجادها.

أما استعادة (أو استرجاع) الذكريات، فإنها سواء كانت إرادية أو غير إرادية، فهي تستدعي آليات نشيطة وتستخدم مؤشرات الترميز. ولكي تستعمَل المعلومة، يتم نسخها مؤقتاً من الذاكرة ذات المدى الطويل ونقلها إلى ذاكرة الاشتغال.

وعادة ما تنقسم استعادة المعلومة المرموزة في الذاكرة ذات المدى الطويل إلى قسمين، فالتذكير يقتضي استرجاعاً نشيطاً للمعلومة، في حين يتطلب التعرُّف reconnaissance فقط إقرار ما إذا تمت مواجهة شيء من بين أشياء أخرى ، من قبل.

ولا يزال مفهوم الذاكرة ذات المدى الطويل يستخدم بشكل نوعي؛ غير أن دراسته في مجال علم النفس العصبي، وحديثاً في مجال التصوير العصبي، تشمل عدة أنظمة للذاكرة. ومن بين أكثر عمليات التمييز تداولاً، هناك التمييز بين الذاكرة الدلالية والذاكرة المرحلية.

1-3: الذاكرة الدلالية والذاكرة المرحلية

في الفترة التي دقَّق فيها نموذج أتكنسون وشيفرين التمييز بين الذاكرة ذات المدى القصير والذاكرة ذات المدى الطويل، بفضل الأبحاث في مجال علم النفس العصبي، قام المعلوماتيون ببرمجة آلات قادرة على فهم لغة التخاطب.

وقد اعترضتهم مباشرة مشكلة إيجاد الصيغة التي يجب اتباعها لتخزين معنى الكلمات. وقد كُلِّف طالب بمعهد ماساشوسيت للتكنولوجيا Massachusetts Institut of Technology بالولايات المتحدة الأمريكية، وهو روس كيليان Ross Quillian بحل هذه المعضلة. وبالفعل، قام بإنجاز برنامج سماه «فهم اللغة القابلة للتعلم TLC»[14].

وتقوم فكرته الأساس على سلسلة من التوكيدات المرموزة داخل البرنامج حول الطريقة التي يتم بها تخزين المعنى، وذلك عبر استخدام تنظيم تراتبي من أجل التقليل من الطلب على التّخزين.

وقد استعمل علماء النفس هذه المقاربة المؤسّسة على النموذج التراتُبي لفحص الطريقة التي يخزن بها الإنسان معارفه.

هكذا، سيكون لهذه المقاربة الجديدة صدى واسع وسريع داخل جماعة علماء نفس الأعصاب المهتمين بالذاكرة بمناسبة انعقاد ندوة

(14) A. Baddely, The Episodic Buffer : A new Component of Working memory ? Trends Cogn. Sci, 4 (11), 417/423, 2000.

سنة 1972؛وغدت مشهورة بفضل الخلاصات التي بلورها إندل تولفينغ Endel Tulving حول تنظيم الذاكرة[15]. وخلال هذا الملتقى، أدرج تولفينغ لأول مرة، التمييز بين الذاكرة الدلالية والذاكرة المرحلية. وفي غضون الثلاثين سنة الأخيرة، تطورت دلالة هذين المصطلحين بشكل كبير؛ لكن هذا التمييز ظل مقبولاً على نطاق واسع، لأنه سمح بتدقيق التمايز بين مختلف المعارف حول العالم.

وكانت الذاكرة الدلالية في بداية السبعينيات من القرن العشرين، تحيل على فهم اللغة واستعمالها. وبصيغة أخرى، فقد كانت تهم ذاكرة الكلمات والمفاهيم. واليوم، غدا تعريفها الأكثر انتشاراً يتعلق بذاكرة المفاهيم والمعارف الخاصة بالعالم، بغض النظر عن سياق اكتسابها.

وقد عُرفت الذاكرة المرحلية من جهتها أساساً باعتبارها ذاكرة الأحداث الشخصية المعيشية، الموجودة في زمان ومكان اكتسابها. وتطوّر هذا التعريف تدريجياً بحيث أصبحت الذاكرة المرحلية حالياً، تسمح للفرد بتذكر الأحداث الماضية من حياته.

وكما لاحظ تولفينغ سنة 1983[16]:«فإن الذاكرة المرحلية تنجز، بالضبط، ما لا تنجزه الأشكال الأخرى للذاكرة أو تعجز عن إنجازه، عبر

(15) A. M. Collins et M. R. Quillian, Restreival Time From Semantic memory, J. Verbal Learn Behav. 8, 240/247,1969.

(16) E. Tulving et W. Donaldson, Organisation memory, New York, Academic Press, 1972.

السماح للفرد بالسفر ذهنياً داخل ماضيه. وقد تطورت الذاكرة المرحلية انطلاقاً من الأشكال الأخرى للذاكرة، كما خضعت للعلاقات الزمنية بين هذه المكونات. هكذا، فإن الفرد يقوم بشيء ما في اللحظة T1 ويتذكره في اللحظة T2. بيدَ أن الذاكرة المرحلية تختلف عن الأشكال الأخرى للذاكرة، لأن اللحظة T2 لا تسمح فقط بتذكر اللحظةT1، بل تتجه صوْب الماضي».

وبعبارة أخرى، فإن اللحظة T1 تشير إلى الترميز (التّشْفير)، في حين أن اللحظة T2 تطابق التذكير؛ فاستعادة الذكرى على مستوى الذاكرة المرحلية، تتضمن في مجملها سفراً عبر الزمان والمكان وتسمح بالوعي بالأحداث الماضية بما فيها انفعالات اللحظة، مع إدماجها داخل نشاط أو تفكير مستقبلي.

إن مفهوم الوعي بالذات، الحاضر في تعريف الذاكرة المرحلية، دفع تولفينغ إلى نعته بالفعل الذاتي للتفكير Noétique؛ وهذه اللفظة مستمدة من الفلسفة التحليلية (ذلك أن مفهوم Noèse يعني «الفعل الذي نفكر من خلاله»). وحسب مدلول هذه الألفاظ، فإن الذاكرة المرحلية، باعتبارها فعلاً ذاتي التفكير، تعني بأن الفرد يعي هويته ووجوده في الزمان الذاتي الذي يمتد من الماضي إلى المستقبل.أما الذاكرة الدلالية، فإنها تحيل من جهتها على وعي فعلي بوجود العالم وبالأحداث، في استقلال عن

الزمان الذاتي. وستسمح بقيام تأمل استبطاني في العالم، دون أن يكون الموضوع حاضراً بشكل ملموس، كما هو الشأن في الذاكرة المرحلية، لكن أيضاً دون أن يعطي الانطباع بعملية الإيحاء المميزة لهذه الأخيرة.

وقد أكدت عدة دراسات في مجال علم النفس العصبي هذا التمييز بين الذاكرة الدلالية والذاكرة المرحلية، على الأقل إلى حدود التسعينيات من القرن العشرين.

ومنذ ذلك الحين، ظل نموذجان كبيران لتصنيف مختلف أنظمة الذاكرة يتعايشان ويغذيان عدداً هائلاً من الدراسات في مجالي علم النفس العصبي والتصوير العصبي وهما: النموذج الموازاتي Modèle Paralléliste لسكوير Squire والنموذج التراتبي الأحادي لتولفينغ.

2-3 الذاكرة التصريحية/الصريحة والذاكرة الإجرائية/الضمنية:

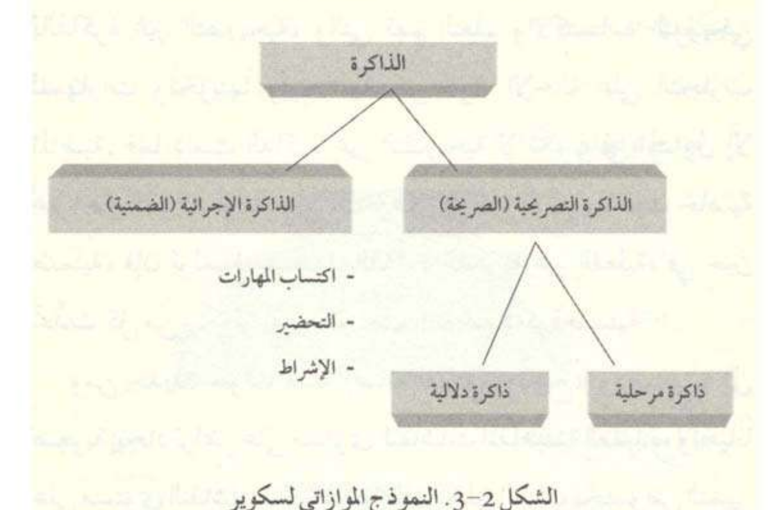
النموذج الموازاتي لسكوير

انبثق النموذج المقترح من طرف لاري سكوير Larry Squire منذ بداية الثمانينيات من القرن العشرين من خلال الذكاء الاصطناعي والتمييز الحاصل بين المعارف التصريحية والإجرائية[17] .

وقد تبنى علماء نفس الأعصاب فكرة التمييز بين الذاكرة التصريحية

(17) E. Tulving, Elements of Episodic memory, Oxford, Clare - don Press, 1983.

والذاكرة الإجرائية، انطلاقاً من ملاحظة عملية الحفاظ على القدرات التعليمية والتذكُّرية في حالات فقدان الذاكرة. هكذا، سيقرّ النموذج وظيفة متوازية للنظامين معاً، كما هو مبين في الشكل 2–3.



الشكل 2–3. النموذج الموازاتي لسكوير

إن الذاكرة التصريحية تهم المعلومات القابلة للصياغة الشفاهية بسهولة، والتي تكون في متناول الوعي. ويمكن أن تكون نوعية وحتى شخصية (ذاكرة مرحلية). إنها إذن ذاكرة فعلية، بل هي فعل ذاتي للتفكير بالنسبة للذاكرة المرحلية. وتعتبر الذاكرة التصريحية مرادفة للذاكرة الصريحة؛ فرغم أن لفظتي «دلالة» و«مرحلة» استُعملتا بشكل

ثانوي من طرف سكوير والمدافعين عن نموذجه، إلا أنهما تحيلان في الواقع على النظام التذكري نفسه.

وهنا ستتميز الذاكرة التصريحية عن الذاكرة الإجرائية، التي تُنعت بالذاكرة غير التصريحية، والتي تهم التعلم والاكتساب التدريجي للمهارات وتخزينها وإرجاعها، من دون الإحالة على التجارب الماضية. فما دامت الذاكرة غير التصريحية لا تكون في المتناول إلا عبر إنجاز الذوات أو المرضى المنخرطين في شروط تجريبية ذات خاصية ضمنية، فإن تولفينغ سينعتها بالذاكرة الفكرية غير الفعلية، في حين تحدَّث كل من سكوير أو شاكتر Schacter عن ذاكرة ضمنية[18].

ومن جديد، سوف تشير إضافة لفظتي «صريح» و«ضمني» إلى صعوبة إيجاد تراضٍ على مستوى النقاشات المفاهيمية العديدة، وأحياناً على مستوى النقاشات المصطلحية التي تخلق البلبلة، بخصوص التميز بين مختلف أشكال الذاكرة.

3-3. النماذج التراتبية لتولفينغ

يتضمن النموذج المتراكب المقترح من طرف إندل تولفينغ، في الأصل، ثلاثة عناصر. في القاعدة هناك الذاكرة الإجرائية، تليها الذاكرة

(18) N. J. Cohen et L. R. Squire, Preserved Learning and retention of pattern - analyzing Skill in amnésia : Dissociation of Knowing how and Knowing that, Science, 210, 4466, 207 / 210, 1980.

الدلالية؛ وفي القمة توجد الذاكرة المرحلية (انظر الشكل 2–4– (أ)).

وعند بداية التسعينيات من القرن العشرين، أضاف تولفينغ وشاكتر نظامين آخرين وهما: ذاكرة الاشتغال ونظام التمثلات الإدراكية (انظر الشكل 2–4 –ب).



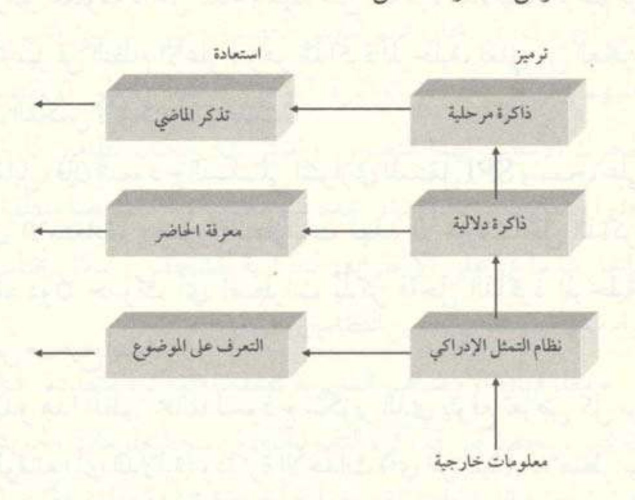
الشكل 2–4. النماذج «الهرمية» لتولفينغ.

وسواء تضمنت ثلاثة أو خمسة أنظمة للذاكرة، فإن هذه النماذج تنتظم بطريقة تراتبية. وكل نظام للذاكرة، من أكثر الأنظمة إتقاناً (مثل الذاكرة المرحلية)، إلى أكثرها قدماً (مثل الذاكرة الإجرائية)، يخضع لنظام أدنى منه.ويقترح هذا النموذج التراتبي ذو الأنظمة الخمسة، هيكلة متناغمة للذاكرة الإنسانية، مرتكزاً على عدد كبير من المعطيات النفسية العصبية التي تنضاف إليها معطيات التصوير العصبي. إن نظام التمثل الإدراكي[19]، المتضمن لعناصر التحضير الإدراكي، هو مجموعة من الأنظمة الفرعية التي تعالج وتعرض المعلومة المتعلقة بشكل وبنية الكلمات أو الموضوعات، دون دلالتها. إنها تعمل في مستوى ما قبل دلالي، أي أنها لا تقتضي اللجوء إلى الدلالة. هكذا، يمكننا التعرف على كلمة «طاولة» في نص أو جملة مسموعة؛ ويمكننا قولها دون أن نهتم فوراً بمعناها. ويمكننا في الإطار نفسه الاهتداء إلى صورة الطاولة دون أن نتساءل عن فائدتها. وحسب تولفينغ، فإن ترتيب الأنظمة الخمسة للذاكرة، يتّبع دوماً المقطع المفترض لتطوُّرها؛ وهو يعكس أيضاً العلاقات بين هذه الأنظمة. وبالتالي، فإن عدداً كبيراً من عمليات الأنظمة الأكثر سمواً في التراتبية يظل تابعاً لعمليات الأنظمة الدنيا.

ومع ذلك، فقد اصطدم هذا النموذج بمختلف الملاحظات النفسية العصبية، ومن بينها تلك المنبثقة عن المرضى المصابين بالخلل الدلالي، دون

(19) D. L. Schacter, C.Y. Chiu et al. Implicit memory : A Selective Review, Annu. Rev Neurosci, 16, 159/182, 1993

أن يكون لذلك تأثير كبير على الذاكرة المرحلية.لقد اضطر تولفينغ، في ضوء ذلك، إلى اقتراح تعديلات على هذا النموذج الذي أصبح يُنعت بنموذج SPI (تسلسلي) ومتوازي ومستقل [20] . وباعتباره نموذجاً بنائياً متضمناً لخمسة أنظمة مرتبة، فإنه سيعتمد مفاهيم مستمدة من المقاربة الوظيفية؛ غير أن مؤلفه سيفضل عليه مع ذلك الأنظمة الثلاثة للتمثل على المدى الطويل (انظر الشكل 2-5).



الشكل 2-5: يختزل النموذج التسلسلي والمتوازي والمستقل SPI لتولفينغ أنظمة التمثل على المستوى البعيد في ثلاثة وهي: نظام التمثل الإدراكي SRP والذاكرة المرحلية والذاكرة الدلالية. ويكون الترميز تسلسلياً انطلاقاً من نظام التمثل الإدراكي، أما التخزين فيتم بشكل موازٍ في مختلف الأنظمة، في حين تتميز استعادة المعلومة بالاستقلالية وذلك انطلاقاً من مختلف الأنظمة.

(20) E. Tulving et D. L. Schater, Priming and Human memory Systems, Science, 247/301, 1990.

هكذا، سيمثل الترميز بُعداً تسلسلياً، لأن عملية الترميز داخل النظام تخضع لنوعية الترميز الأدنى منه.

من جهة أخرى، فإن التخزين يتم بشكل متواز داخل مختلف الأنظمة، كما أن استعادة المعلومات المخزونة داخل النظام، تكون مستقلة عن عملية استعادتها داخل الأنظمة الأخرى. ويتوقع هذا النموذج إمكانية تحقُّق ترميز المعلومة داخل نظام وسيط مثل الذاكرة الدلالية، بالرغم من كون الترميز في النظام الأعلى، وهو الذاكرة المرحلية، يعاني من العجز؛ علماً أن العكس لا يمكنه أن يحدث.

بالمقابل، فإن النموذج التسلسلي المتوازي المستقل **SPI** يسمح، على مستوى الاستعادة، بتصور اضطرابات لهذه الأخيرة داخل الذاكرة الدلالية، دون حدوث أي اضطراب يُذْكر داخل الذاكرة المرحلية؛ والعكس صحيح أيضاً.

ويبدو هذا المظهر مخالفاً لنموذج سكوير الذي يتوقع تعرُّض كل من ذاكرة الوقائع (أي الدلالية) وذاكرة الأحداث (أي المرحلية)، للاضطراب نفسه. وتظل الروابط بين نموذج التسلسل المتوازي المستقل وذاكرة الاشتغال في حاجة إلى توضيح. ورغم ذلك، فإن هذا النموذج الأخير يتصف بخاصية إدماج المعطيات الوظيفية وبعدم اقتصاره على الدراسات النفسية القياسية للأشخاص السليمين، وأيضاً بعدم اقتصاره على ملاحظة المرضى

المتضررين. وبذلك، ستبرز أبحاث عديدة في مجال التصوير العصبي، لتؤكد فهم وتصور أنظمة الذاكرة هذه وتعدّدها وتخلخلها.

4- مساهمة السيكولوجيا العصبية في وصف المناطق الدماغية المعنية بمختلف أنظمة الذاكرة

يعتبر التصور النظامي التعدُّدي للذاكرة وثيق الصلة بالملاحظات التي أجريت، في مجال علم النفس العصبية، على المرضى الذين ظهرت عليهم أعراض فقدان الذاكرة النّوعي. وكان المنطق الانفصالي هو المحرك الأساس لهذا التصور. ونذكّر أن بإمكان نظامين للذاكرة أن يُعتبرا متمايزين، عندما تؤثر عدة قيم معيارية، وخصوصاً منطقة مصابة داخل الدماغ، على الإنجازات التذكُّرية للشخص بشكل مختلف، أثناء قيامه بمهام تستدعي هذين النظامين معاً.

ومعلوم أن الأوصاف السّريرية لفقدان الذاكرة متعددة. فبإمكانها أن تمس، بخصوص الذاكرة التصريحية، ترسيخ المعلومات الجديدة تارة، أو استرجاع الذكريات القديمة تارة أخرى؛ محدِّدةً بذلك فقداناً للذاكرة يكون إما ما قبل تراجعيٌّ أو تراجعيّاً. وقد أدى الوصف الذي أُنجز منذ حوالي نصف قرن، لحالة ما قبل تراجعية شهيرة لفقدان الذاكرة، بسبب بتْر جزء من الفصّ الصدغي المتوسط، إلى اعتبار هذا الأخير منطقة أساسية ذات أنظمة تذكُّرية مختلفة، ومن بينها على الخصوص الذاكرة المرحلية

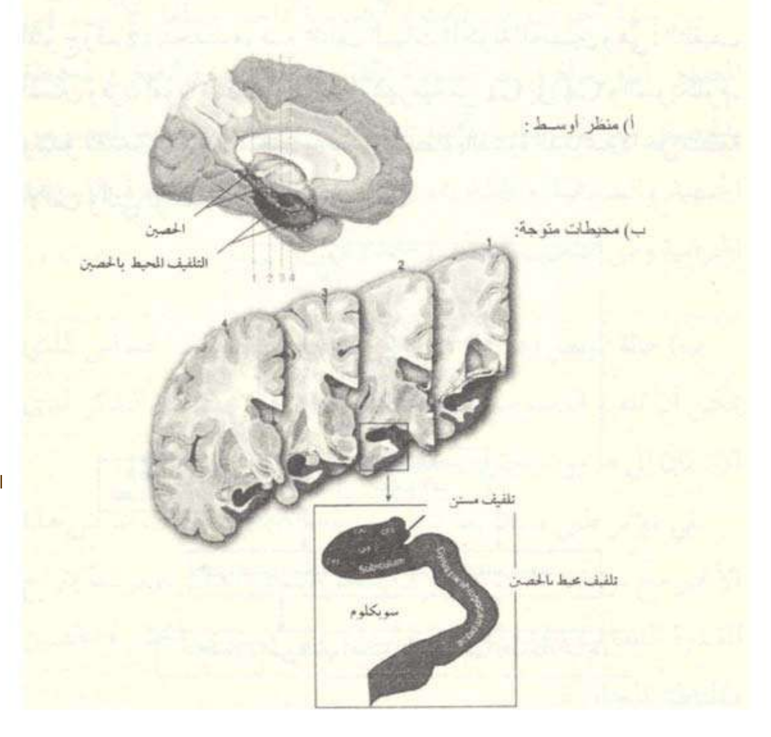
التّصريحية. وقد سمحت فئة أخرى من الأضرار، همّت ذاكرة الاشتغال، بالتعرف على الفص الجبهي باعتباره بنيةً أساسية لاشتغال مختلف أنظمة الذاكرة. وسنعمل على تفصيل القول في هذه البنيات التشريحية في ضوء أبحاث علم النفس العصبي، لكي يستأنس القارئ بعلم تشريح الأعضاء. كما سنقوم في الفصل الموالي بعرض مناطق دماغية أخرى، قد تبدو أقل أهمية بالنسبة لمختلف أشكال الذاكرة.

4 - 1. الفص الصدغي الأوسط

أ) التشريح: يُستعمل لفظ حصين **Hippocampe** أو تشكُّل حصيني Formation Hippocampique كثيراً لوصف المنطقة الصدْغية الوسطي برمتها، وهي في الواقع بنية معقدة نسبياً.

فالفص الصدغي الأوسط LTM، يوجد في الجانب الداخلي والسفلي للفص الصدْغي (انظر الشكل 2–6–أ) ويتضمن الحصين كلاً من التلْفيف المحيط بالحصين **Gyrus Parahippocampique** واللوزة المتمايزتين على مستوى ترابطاتهما الخلوية، أي على مستوى ترتيب وشكل الخلايا العصبية داخل مختلف طبقات القشرة الدماغية الصدغية. وتتضمن المنطقة الحصينية، القشرة الدماغية المحيطة بالحصين وتلك الموجودة حول المنطقة الأنفية (انظر الشكلين 2–6 و2–7). والملاحظ أن العديد من المناطق الدماغية ذات الصيغة الأحادية **Unimodale** أو التعددية **Plurimodale** ، أي تلك التي تعالج صيغة حسية واحدة أو صيغاً متعددة في الوقت نفسه، ترتسم على المنطقة

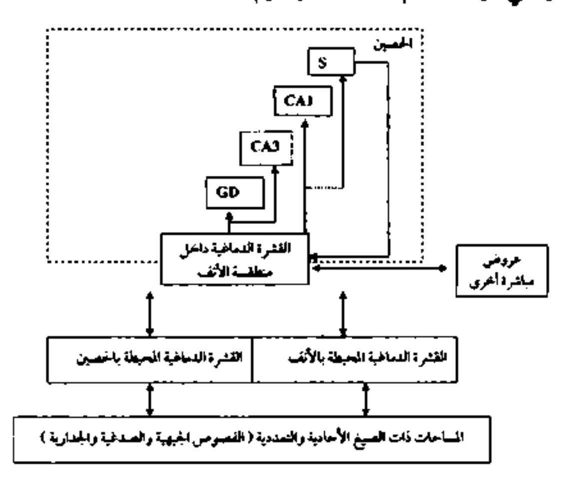
المحيطة بالحصين. وتبرز هذه الأخيرة بدورها عن طريق القشرة الدماغية الموجودة داخل منطقة الأنف بالمنطقة الحصينية. ويتضمن الحصين حصرياً، السوبكلوم Subiculum وقرن أمون Corne d'Ammon (من C1 إلى C4) والتلفيف المسنن Gyrus denté. وهذه البنيات المتنوعة مترابطة في ما بينها (انظر الشكل 2–7). ويمكن لكل ضرر يمس إحداها أن يُلْحق عجزاً أو خَللاً في وظيفة الذاكرة المرحلية.



الشكل2-6 الفص الصـدغي الأوسط

أ) رؤية من الوسط للنصف الأيسر للدماغ الإنساني. والحصين، والتلفيف المحيط به، هما بنيتا الفص الصدغي الأوسط اللتان تظهران هنا. وينتمي هذا الأخير إلى الفص المحيطي Limbique. كما يظهر أيضاً الفص الجبهي والجداري والخلفي والجزء الجانبي من الفص الصدغي.

ب) يلي ذلك، الحصين والتلفيف المحيط بالحصين فوق محيطات متوّجة (من 1 إلى 4)، مروراً بالفص الصدغي الأوسط (أ). ويسمح تكبير المحيط المتوّج رقم 2، بتحديد موضع مختلف البنيات المكونة للحصين وهي: التلفيف المسنّن وقرن أمون المتضمن للحقول الهرمية من C1 إلى C4 والسوبكلوم. وتبدو مقدمة التلفيف المحيط بالحصين مغطاة بالقشرة الدماغية داخل منطقة الأنف والتي توجد أمام المحيط المرسوم.



الشكل 2-7. خطاطة لنظام الذاكرة بالفحص الصدغي الأوسط.

تعتبر القشرة الدماغية داخل منطقة الأنف المصدر الرئيس للعروض المتجهة نحو المنطقة الحصينية (المحددة بنقط متقطعة). ويتكون الحصين تحديداً من التلفيف المسنَّن GD والحقول الهرمية لقرن أمون (CA3، CA1) والسوبكلوم (s). وكما يتضح من الأسْهم، فإن هذه البنيات مترابطة في ما بينها.

من جهة أخرى، فإن القشرة الدماغية داخل منطقة الأنف، هي المصدر الأول للروابط المتبادلة القائمة بالمنطقة الأنفية والمحيطة بالحصين مع المساحات ذات الصيغ الأحادية والتعددية للفصوص الجبهية والصدغية والجدارية، وتتلقى عروضاً من القشرة الدماغية الحزامية ومن التلفيف الصدْغي الجداري.

ب) حالة المريض (هـ. م.) : يرجع أول وصف للدور الحساس الذي يمكن أن تلعبه الفصوص الصدغية الوسطى في عمليات التذكر لدى الإنسان إلى م. فون بختريف M. Von Bekhterev سنة 1899.

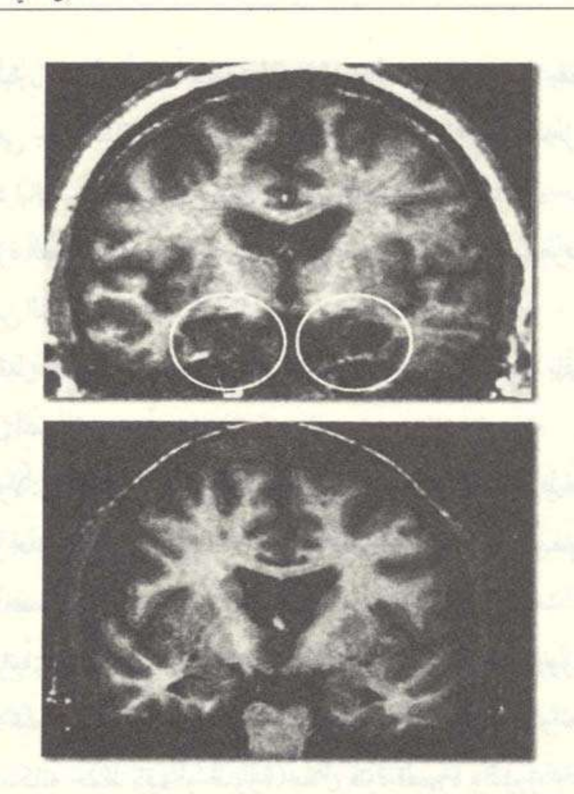
في مؤتمر طبي بسان بطرسبورغ Saint-Petersbourg، عرض هذا الأخير مخَّ مريضة كانت تشكو من عجز مهم في الذاكرة، مرتبط بتراخ للقشرة الدماغية الجدارية من الجانبين، على مستوى الجسر والحصين والمناطق المجاورة.

وبعد هذا الاكتشاف، ظهرت تشخيصات أخرى لحالات سريرية، مدعِّمة لفرضية العلاقة بين اضطراب الذاكرة والأضرار الحاصلة بالحصين.

بيْد أن البرهان القاطع على دوْر هذه المنطقة في عمليات التذكُّر، جاء من دراسة منهجيَّة حول بعض المرضى الذين فقدوا ذاكرتهم بعد خضوعهم لعملية جراحية بُتِر فيها الفص الصدغي الأوسط من أجل التحكُّم في نوْبات الصَّرْع التي كانت تصيبهم.

وليس الغرض هنا هو إعطاء وصف شامل لمختلف هذه الحالات، بل فقط إبراز كيف أن مفهوم الذاكرة المتعدِّدة انبثق من وصف أعراض فقدان الذاكرة ما قبل التراجعي ودور الفص الصدغي الأوسط في ذلك، انطلاقاً من أشهر الحالات وهي حالة (هـ. م) الذي خضع، وهو في سن السابعة والعشرين، لبتْر جزء من النظام المحيطي Système limbique وخصوصاً الفص الصدغي الأوسط[21] (انظر الشكل 2–8).

(21) E. Tulving, Episodic memory and common Sense : How far apart ? Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci, 356, 1505/1515, 2001.



الشكل 2-8. تبين هذه الصورة التشريحية بتْر الفص الصدغي الأوسط لدى المريض (هـ. م.). وقد أحيطت المنطقة بدائرتين. أما الصورة السفلى، فتظهر البنيات نفسها بدماغ سليم.

وكانت العملية التي أجريت من قبل بنجاح، للتخفيف من نوبات الصرْع العنيفة، قد طبِّقت لأول مرة على نصفيْ الدماغ معاً. بيْد أن نتائج

هذا البتر كانت كارثية، فمنذ ذلك الحين، أصيب (هـ. م.) بفقدان قبل تراجعي حادّ للذاكرة بخصوص تجارب الحياة اليومية؛ وبعجز تراجعي محدود بالنسبة للسنتين السابقتين على إجراء العملية، في حين ظلت الذاكرة الفوْرية سليمة؛ وكذلك الأمر بخصوص قدرات معرفية أخرى تتضمَّن اللغة والإدراك والاستدلال.

وقد سمحت الملاحظات العديدة المتعلقة ب (هـ. م.) بإقرار أربعة مبادئ أساسية وهي:

- أولاً: إن القدرة على اكتساب ذكريات جديدة هي وظيفة دماغية توجد بشكل خاص داخل الفصوص الصدغية الوسطى؛ وهي منْفصلة عن القدْرات الإدراكية والمعرفية الأخرى.
- ثانياً: ليست الفصوص الصدْغية الوسطى مقترنة ضرورة بذاكرة الاشتغال؛ ذلك أن (هـ. م.) كان يتمتع بذاكرة اشتغال رائعة، وكان بإمكانه حفظ رقم أو صورة خلال فترة قصيرة والشروع في محادثة عادية، شريطة ألا تدوم طويلاً وألا تهم مواضيع مختلفة.
- ثالثاً: لا يمكن أن يكون الفص الصدْغي الأوسط موقِعاً للتَّخزين النهائي للذكْريات ذات المدى الطويل؛ فقد كان بإمكان (هـ. م.) استعادة أحداث طفولته بشكل جيد.
- رابعاً وأخيراً: إن (هـ. م.) كان قادراً تماماً على تعلّم كيفية رسم محيط نجمة على المرآة وتحقيق تقدم تدريجي باعتباره ذاتاً سليمةً. لكن العائق

الوحيد، كان هو ادعاؤه عند بداية كل فترة تعلُّم، بأنه لم يسبق له أن قام بهذه المهمة من قبل.

ويعتبر بيان الحفاظ على تعلم مهارة حركية لدى (هـ. م.) خلال ستينيات القرن العشرين، أول دليل تجريبي على وجود أشكال عديدة للذاكرة.

لقد بيَّن كلٌّ من إليزابيث وارنغتون Elisabeth warrington ولورانس فيزكرانتز Lawrence Weiskrantz سنة 1968، بأنه من الممكن أيضاً الحفاظ على التعلم الإدراكي رغم حدوث فُقدان قبل تراجعي للذاكرة. ولقد طلبا من مرضاهُما التعرف على سلسلة من الرسوم التخطيطية لأشياء أو لحيوانات أزيلت الجوانب المحيطة بها[22]. بدت هذه المهمة صعبة نسبياً في البداية، بالشكل المتشذّر الذي قُدمت به الرسوم؛ لكن مع توالي عرض السلسلات، امتلأت الجوانب المحيطة بها إلى أن تمكّن الشخص من تسمية الشيء أو الحيوان المعروض (انظر الشكل 2–9).

عندما تمّ عرض السلسلات نفسها بعناصرها بعد ذلك، أظهرت الذوات السليمة تحسُّناً هائلاً ولم تحتج إلا لجوانب محيطة قليلة لتسمية مختلف العناصر. وسواء تعلق الأمر بالتعرف على الرسوم ذات الجوانب

(22) B. Milner, Scorkin et H. L Tenber, Further analysis of the hi - pocampal amnesic syndrome : 14 year follow up study of H. M. , Neuro psychologie, 6, 215/234, 1968.

المتشذّرة أو على الكلمات المتشذّرة، فإن وارنغتون وفيزكرانتز لاحظا وجود تحسُّن لدى المرضى المصابين بفقدان الذاكرة أيضاً، رغم مرور أربعة أسابيع بين العرض الأول والثاني، ورغم أن المرضى كانوا لا يتذكّرون قيامهم بالمهمة نفسها في المرحلة الأول. ومن بين المرضى الستة، كان خمسة يعانون من أعراض كورساكوف Korsakov الناجمة عن الإدْمان على الكحول؛ أما السادس فقد أصبح فاقداً للذاكرة بعد بتْر فصّه الصدغي الأيمن.



الشكل 2–9. أمثلة عن رسوم ذات جوانب وكلمات متشذرة، استُعملت في دراسة وارنغتون وفيزكرانتز سنة 1968.

لقد تم الحصول على نتائج مماثلة باستعمال الوسيلة نفسها مع المريض (هـ. م.)، بالرغم من كون العرض الثاني للعناصر المتشذّرة أُجْري بعد أربعة أشهر من العرْض الأول. وفي البداية، سُمِّي تأثير الإدراك البصري المسبق هذا، «تعلُّماً إدراكياً». وكان من بين الأمثلة الأولى لما ندعوه اليوم بتأثير الشروع Priming؛ وهو شكل متميز للذاكرة الإجرائية ويختلف عن المهارة الحركية، بحيث يستدعي مساحات دماغية بصرية في الحالة المعنيَّة.

طبعاً، لقد تمت مواجهة التمييز الذي أقامه تولفينغ بين الذاكرة المرحلية والذاكرة الدلالية بتحليل العجز التذكُّري ل (هـ. م.)، والدور الذي يمكن أن تلعبه الفصوص الصدغية بخصوص هذين النوعين من الذاكرة.

وبينما يتفق الجميع على كون أدقّ خاصية لحالة فُقدان الذاكرة تتمثل في فقدان الذاكرة المرحلية، فإن الاختلاف يظل قائماً بخصوص وضعية الذاكرة الدلالية. إن كون (هـ. م.) تذكَّر المعارف الدلالية التي تعلّمها قبل إجراء العملية الجراحية، أمرٌ يدل على أن نظام ذاكرته الدلالية ظل سليماً. لكن، ما الذي حدث للمعارف الجديدة التي كان بإمكان (هـ. م.) اكتسابها منذ فقدانه للذاكرة؟ لقد تزايدت معارفه المتعلقة بالواقع، بفضل العروض المستمرة على شاشة التلفزيون، وهو ما سمح

له باكتساب مفاهيم حول معلومات لاحقة على عمليته الجراحية، مثل مفهومي رجل الفضاء والرحلة الفضائية أو معرفة أن شخصية شهيرة اسمها جون كنيدي تعرَّضت للاغتيال. لكن هذه المعارف الجديدة نادرة ولا يُعتد بها. ويبدو أن الفصّ الصدغي الأوسط، يلعب أيضاً دوراً في اكتساب المعارف الدلالية، مثلما هو أساسي للذّاكرة المرحلية.

وفي سنة 1997، ساهمت دراسة حول فقدان الذاكرة والنمو (أو أعراض فقدان الذاكرة لدى الطفل)، في إثارة النقاش من جديد حول دور الفصّ الصدغي الأوسط وحول التقابل بين الذاكرة المرحلية والذاكرة الدلالية[23]. وتهم حالات فقدان ذاكرة النمو الأطفالَ الذين يعانون من تشوُّهات في التكوين الحصيني بعد الولادة. وعندما تم فحْصهم في سن الرُّشد، لوحظ بأنهم اكتسبوا اللغة وبعض المعارف حول العالم، رغم حدة حالة فقدان الذاكرة لديهم. هكذا، تم وصف قدرة اكتساب معارف جديدة لدى المرضى المصابين بأعراض فقدان الذاكرة في سن الرشد، دون التوصل إلى خلاصات، لأن تلك المعارف الجديدة تضمنّت معارف سابقة على مرحلة المرض. وقد أشارت الدراسات التي أجْريت على الأطفال القاصرين الفاقدين للذاكرة إلى

(23) E. K. Warrington et L. Weiskrantz, New method of testing long term retention with special reference to ammesic patients, ÷, 217,972/ 974, 1968.

أنه من الممكن اكتساب هذه المعارف رغم كل شيء؛ وبذلك أعادت النظر في دور المناطق الصدغية الوسطى في تكون المعارف من دون ذكريات. وبالنسبة لأصحاب هذه الأبحاث، فإن مثل هذه الملاحظات تنحو باتجاه التمييز بين الذاكرة المرحلية والذاكرة الدلالية[24]. وعلى العكس من ذلك، فإن سكوير Squire وزولا Zola اعتمدا على هذه المعطيات للتأكيد على أن الذاكرة المرحلية والذاكرة الدلالية، ليستا مختلفتين، بل هما شكلان لذاكرة منتمية إلى نظام واحد يدعى «النظام التصريحي»[25].

وإلى حد الآن، تم عرض الفص الصدغي الأوسط كمنطقة أساسية لبعض أنظمة الذاكرة، وذلك عبر الاهتمام بفقدان الذاكرة ما قبل التراجعي، الذي يمثل أبرز مظهر مشوه لأعراض فقدان الذاكرة المرتبطة بالفص الصدغي الأوسط.

بيْدَ أن كل المرضى المصابين بتشوُّهات حصينية من الجانبين، يعانون بدرجات مختلفة، من فقدان تراجعي للذاكرة، يهم المرحلة ما قبل

(24) M. Mishkin, W.A. Suzuki er al., Hierarchical organization of co - nitive memory, Philos. Trans., R. Soc. Lond. B. Biol. Qci., 352, 1360, 1461/1467, 1997.

(25) F. Vargha – Khadem, D. G. G adian, K. E. W atkins, A. Connelley, W. Van Paesschen et M. Mishkin, Differential effects of early hippo campal pathology on Episodic and Semantic memory, Science, 277, 376/380, 1997

الجراحية، الممتدة من بضعة شهور إلى عدة سنوات، مع المحافظة على قدرة سويَّة ظاهرياً، على تذكر الأحداث الأكثر قدماً والمعارف الدلالية المكتسبة حديثاً.

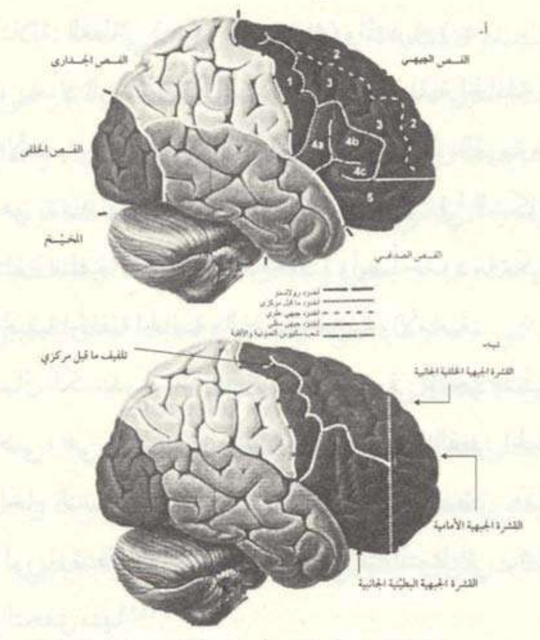
وقد دعمت هذه الملاحظات الفرضية التي تعتبر المنطقة الحصينية بمقتضاها ضرورية لتشكل الذكريات ولتماسكها في مراحل أولى؛ وإن كانت مناطق دماغية أخرى هي التي ستكون مسؤولة، في المرحلة الأخيرة، عن تخزين واستعادة الذكريات. ويفضِّل بعض الكتاب الإقرار بأن كل حدث مقترنٍ بالسيرة الذاتية يمتلك أثراً داخل الحصين؛ وفي غياب هذا الأخير تصبح جودة وتفاصيل الذكريات البعيدة ضعيفة[26].

ومازال النقاش مفتوحاً حول هذا الموضوع، خصوصاً وأنه من الصعب دراسة الذاكرة البعيدة لدى المرضى الفاقدين لذاكرتهم، والذين غالباً ما يلتقي بهم الطبيب الملاحظ لأول مرة بعد العملية. وتجد مساهمة مناهج التصوير العصبي هنا دلالتها العميقة، لأنها تسمح بدراسة الذكريات البعيدة لدى الذوات السليمة. وبفضل هذه المقاربة، أخذ دوْر الفص الصدغي الأوسط داخل الذاكرة البعيدة مؤخراً بُعْداً آخر، وذلك عبر الاهتمام بالاختلافات الموجودة بين نصفي الدماغ.

(26) L. R. Squire et S. M. Zola, Episodic memory, Semantic memory, and amnesia, Hippocampus, 8, 205/211,1998.

4-2. الفص الجبهي

أ) التشريح: عادة ما يتطابق الفص الجبهي الموجود في مقدمة الدماغ، مع دماغ «الفعل». وهو يتضمن في جزئه الخلفي القشرة الدماغية الحركية وما قبل الحركية التي تحدِّد دورها في تهيئة ومراقبة إنجاز الحركات الإرادية. أما في جزئه الأمامي فهو يتضمن القشرة الدماغية القبل جبْهية، المشكَّلة من المناطق ذات الصيغ المتعددة. (أنظر الشكل 2–10).



نلاحظ من الخلف إلى الأمام، التلفيف ما قبل المركزي (1) الموجود بين أخدود رولاندو والأخدود ما قبل المركزي، والذي يتضمن القشرة الدماغية الحركية وما قبل الحركية. ويوجد التلفيف الجبهي العلوي

الشكل 2–10 (أ). تشريح دماغي خارجي للفص الجبهي.

نلاحظ من الخلف إلى الأمام، التلْفيف ما قبل المركزي الموجود بين أخدود رولاندو والأخدود ما قبل المركزي، والذي يتضمن القشرة الدماغية الحركية وما قبل الحركية. ويوجد التلفيف الجبهي العلوي في أعلى نقطة. وتحته، نجد التلفيف الجبهي الأوسط والموازي له. وأخيراً، يتميز التلفيف الجبهي السُّفلي المطابق للمنطقة الأمامية الخاصة باللغة، أي لمساحة بروكا، عندما يتعلق الأمر بالنصف الأيسر، بمظهره الثلاثي الأبعاد بأجزائه الثلاثة: الغطائي (4a) والمثلثي (4b) والمداري (4c).

(ب)، يحدّد الرسم المنقّط القشرة الجبهية الخلفية الجانبية والبُطيْنية الجانبية والأمامية. ويظل تشريح أهم التلْفيفات بالمناطق القريبة من الفص الجبهي، هو نفسه تقريباً لدى كل الأفراد. وقد تم، في الشكل 2–10، عرض مختلف التلفيفات والأخاديد الجبهية وأيضاً حدود ما يمكن تسميته بالقشرة الجبهية الخلفية الجانبية والبطينية الجانبية والأمامية.

إن أعمال ألكسندر لوريا Alexandre Luria في أواخر الستّينيات من القرن الماضي، هي التي يرجع إليها الفضل في منح الفص الجبهي دوراً مهيمناً داخل النشاط المعرفي للإنسان. وبالفعل، فبفضل هذا الفص، كما يرى لوريا، تنتظم القدرة على تدبير نشاطنا المتمثل في برمجة وتنظيم الأفعال والتحقق منها[27].

---

(27) L. Nadel et M. Moscovitvh, Memory Consolidation, Retrograde Amnesia and the Hippocampal Complex, Curr Opin, Neuro –Biol. 7, 217/227, 1997.

وإذا ما نحن استعملنا عبارات ذات صلة بعمليات معالجة المعلومة، فإننا سنقول إن هذه القدرة توجد تحت مسؤولية نظام يعالجه العديد من المؤلفين من منظور الذاكرة. وذلك هو شأن وظيفة المحافظ المركزي لذاكرة الاشتغال، المقترحة من طرف بادلي مثلاً[28].

ومن منظور الذاكرة أيضاً، واستناداً إلى مفهوم الإدماج المؤقت للسلوك، عالج جواكين فوستر Joaquin Fuster الصعوبات التي يواجهها المرضى المصابون بتشوهات جبهية[29].

وهناك أعمال عديدة مخصصة لاضطرابات ذاكرة المرضى المصابين بهذه التشوهات؛ ولسنا في حاجة إلى وضع لائحة لها. وتتمثل طريقة معالجة الدور الأساسي للفص الجبهي داخل آليات الذاكرة، في وضع تقابل بين التشوهات الجبهية ومختلف أصناف الذاكرة. هكذا، سترتكز الأعمال التي سنذكرها، على مهام الذاكرة ذات المدى الطويل ثم على مهام ذاكرة الاشتغال.

ت) اضطرابات الذاكرة المرتبطة بالتشوهات الجبهية

إلى حدود الثمانينيات من القرن العشرين، ظل وجود اضطرابات الذاكرة ذات المدى الطويل، والناجمة عن تشوّه جبهي، موضوعاً

(28) A. R. Luria, les Troubles de la Résolution des Problèmes, Paris, Gauthièr – Villars, 1967.

(29) A. Baddely, Working memory, Oxford, Clarendom Press, 1986.

لوجهات نظر متباينة. وبدا وكأن المرضى المصابين بهذه التشوُّهات لا يواجهون صعوبات كبيرة في تجارب الذاكرة ذات المدى الطويل. ومع ذلك، فقد اتضحت تدريجياً، منذ حوالي عشرين سنة، صعوبات في التذكُّر، ذات ارتباط بتشوُّهات على مستوى المنطقة الجبهية. وبإمكان هذه التشوهات أن تؤثر بشكل خاص على استراتيجيات التنظيم خلال عمليات الترميز أو الاستعادة.

لكن باستطاعتها أيضاً أن تؤثر على الصياغة الوصفية للذكْريات التي تقتضي النفاذ إلى المعلومة المخزونة بالذاكرة المرحلية وعلى عمليات التحقُّق من المعلومة المسْترجَعة، أي الطريقة التي يتم بواسطتها تقويم المعلومات المسترجعة واستخدامها أو تحويلها[30].

ويكتسي اختبار التعرُّف الذي تم من خلاله عرض الوحدات المدروسة ضمن عناصر جديدة محمولة حداً أدنى من الاستراتيجية أو من الحكْم، إذ من الممكن التعرُّف بسهولة على العناصر المدروسة لكونها متآلفة أساساً مع المثير. لقد اجتاز المرضى المصابون بتشوهات جبهية اختبارات التعرف بشكل صحيح؛ ولم يُظهروا سوى عجز طفيف على مستوى الإنجاز. ومن المرجَّح أن تتوفر اختبارات أخرى على تنظيم أكبر أو تفاصيل أكثر، لتُنجز بنجاح. إن اختبارات التذكُّر

(30) J. Fuster, the Prefrontal Cortex, Anatomy, Physiology and ne - ropsychology of the frontal lobe, New York, Raven Press,1989.

الحر تقتضي من الأفراد وضع استراتيجياتهم الخاصة، لتذكّر المعلومة السابقة. وعلى سبيل المثال، فإن الاستراتيجية المفيدة في تدقيق تذكّر لائحة من الكلمات، تتمثل في إعادة تنظيم ذاتية للكلمات عبر مجموعة ذات دلالات مترابطة (فواكه، عربات.. إلخ.).

ورغم نجاح المرضى في اختبار التعرف، فإن المصابين منهم بتشوهات جبهية يشعرون باضطراب شديد في اختبارات التذكّر الحر، لأنهم يعانون من عجز في التنظيم الذاتي للمعلومات.

ويبدو أن للفصوص الجبهية دوراً مهماً أيضاً في الترميز السياقي خصوصاً للقيم الوسيطية، مثل المكان أو الزمان.

هكذا يواجه الأشخاص المصابون بتشوهات جبهية عدّة صعوبات عندما يكونون مطالبين بتقدير عدد المرات التي عُرضت فيها الرسوم المجردة، رغم أنهم لا يواجهون أي مشاكل في معرفة ما إذا كان رسم ما؛ قد تم فحصه أم لا. وقد أجريت ملاحظات مماثلة على مهام المؤقَعة المكانية عبر استعمال الرسوم أو الكلمات؛ فبإمكان التشوُّه الجبهي أن يؤدي أيضاً إلى عجزٍ في الذاكرة، بخصوص أحداث قريبة العهد، كما يمكنه أن يسهم في القدرة على بلوغ مصدر المعلومة المسترجعة بالذاكرة والمسماة «فقدان الذاكرةِ المصدرِ».

ورغم استخدامنا للفظ فقدان الذاكرة هنا، فإن الملاحظ هو كون

العجز في الذاكرة المرتبط بتشوهات جبهية لا يؤدي إلى أعراض فقدان الذاكرة من النوع الصدغي الأوسط. إن العجز في التذكر بعد حدوث تشوه جبهي، لا يهم ترسيخ أو تمديد المعلومة على المدى الطويل، لأن هذه الوظائف مقترنة بالحصين، بل يهم عمليات التنظيم واستراتيجية الجواب. فإذا كان من الممكن اعتبار المنطقة الحصينية بنية «خامة» للذاكرة، فإن ما يُتداول بخصوص الفص الجبهي هو كونه يشتغل بهذه الأداة.

لقد فرض التعرف على الفص الجبهي، باعتباره منطقة دماغية أساسية لعمليات التذكر نفسه في الأخير، انطلاقاً من صنف آخر للذاكرة، ونقصد بذلك ذاكرة الاشتغال. وتم ذلك من خلال مقاربة أخرى، اعتمدت على ملاحظة الحيوانات؛ فمنذ سنة 1936، اكتشف جاكوبسن C. F. Jacobsen عجزاً في مهمة الإجابة المؤجلة، بعد بتْر الفص الجبهي للقرد. لقد كان الحيوان مطالباً خلال هذه المهمة باختيار الأداة التي سمحت له مسبقاً بالحصول على مكافأة، من بين أداتين[31].

وتعتبر هذه المهمة بتنويعاتها المتعددة، والتي سميت بمهام الاقتران

(31) M. A. Wheeler, D. T. Stuss et E. Tulving, Frontal Lobe Domage Produces Episodic Memory Impairment, J. Int, Neuro Psychol. Soc, 1, 525/536, 1995.

المؤجل للمثير Delayed Matching To Sample، مرجعاً أساسياً اليوم في دراسة ذاكرة الاشتغال. وتكمن خصوصيتها في كون المثير الذي اكتسب أهمية في المحاولة الأولى، يمكن أن يفقدها في المحاولة التالية، مما سيؤدي إلى بروز مفهوم التداخل بين المحاولات؛ وستصبح المهمة بمقتضى ذلك متميزة عن كونها مجرد مهمة للتَّعَرف.

وكما سنرى في الفصلين اللاحقين، فإن قيام التصوير العصبي هو الذي سمح بمنح القشرة الدماغية الجبهية دوراً مركزياً في عمليات ذاكرة الاشتغال. ومع ذلك، فإن الأبحاث السابقة حول التشوُّهات الدماغية بيَّنت كيف أن التشوهات الجبهية لا تمنع بالضرورة الإنجاز الجيد للمهام عبر ذاكرة الاشتغال. وبعد مرور خمسٍ وستين سنة على التجربة المذكورة، ما زال هناك اختلاف بين الباحثين حول الدور الحقيقي للفصوص الجبهية، بخصوص مهام ذاكرة الاشتغال.

إن هذا النقاش يهمُّ مسألة التمييز بين مختلف معالجات المعلومة التي تقوم بها ذاكرة الاشتغال، مثل استراتيجيات الترميز والتخزين أو الحفاظ على المضامين واكتشافها داخل الذاكرة.

الفصل الثالث
التصوير العصبي الوظيفي للذاكرة

يمكن معالجة الأسس العصبية للذاكرة وللتعلم من مستويات مختلفة جداً، تمتد من الجزيئات إلى الأنظمة المندمجة، وبمناهج جد مختلفة أيضاً، تمتد من البيولوجيا الجزيئية والخلوية إلى تقنيات التصوير العصبي التشريحي والوظيفي(32). إن الهدف من هذا الفصل هو وصف الأسس العصبية لمختلف أنظمة الذاكرة انطلاقاً من الملاحظات التي أجريت على الإنسان السويّ، في إطار التصوير العصبي الوظيفي وبالأساس، في مجال تخطيط الأجزاء عبر إرسال المواقع TEP، ثم في مجال التصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي IRMF.

تبدو الفكرة المركزية لأبحاث التصوير العصبي الوظيفي بسيطة؛ فمقابل أنشطة ذهنية متمايزة، يوجد نشاط المناطق الدماغية المتمايزة. وأثناء قيام الفرد بنشاط معْرفي معين، يتم قياس التدفق الدموي الدماغي (في إطار تخطيط الأجزاء TEP) أو نسبة الأكسجين في الدم (في إطار التصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي IRMF). ويرتبط تبدل التدفّق الدموي أو نسبة الأوكسجين، بتبدل النشاط العصبي؛ ولهذا، فإن

(32) C. F. Jacobsen, Studies of Cerebral Function in Primates, The fun - tions of the Frontal Associations Areas in monkeys, Comp. Psychol. Monogr. 13, 3/60, 1936.

هذه التقنيات تقدم خرائط للأنشطة مقابِلة للنشاط العصبي لمناطق الدماغ المشتغلة بفعل المهمة التي يعمل الفرد على إنجازها. ويعتبر المنهج الاقتطاعي Méthode Soustractive من أكثر المناهج استعمالاً لعرض وإظهار وظيفة الدماغ. ويتمثل في المقارنة بين خريطتين للأنشطة الدماغية، مطابقتين لمهمتين معرفيتين (أ) و(ب).

هكذا، فإن اختلاف التدفق الدموي الدماغي، القائم بين هذين الخريطتين يعكس العمليات المعرفية القائمة بالمهمة (أ) وعلاقتها بالمهمة (ب)؛ وبالتالي فهو يعكس الاختلاف بين المهمتين. ومعلوم أن طرائق التصوير الدماغي بالمعنى الحصري، قد شكلت مؤخراً موضوع كتاب صدر عن السلسلة نفسها التي صدر فيها كتابنا[33]. وسيجد قارئ هذا المؤلَّف وصفاً مفصلاً لكل طريقة وأهميتها وحدودها، بالنظر إلى المتن الهائل من المعطيات المقدمة منذ حوالي عشرين سنة.

وفي شهر مايو/ أيار 2006، استجاب محرك البحث البيليوغرافي الشهير (Pub Med. Central) www.ncbi.alm.nih.gov/entrez لمطلب البحث عن دراسات تعالج الذاكرة الإنسانية اعتماداً على تقنية TEP أو IRMF؛ وأحال على قرابة 3590 بحثاً باللغتين الإنجليزية والفرنسية.

هكذا، فإن مئات الدراسات كانت رهن الإشارة لمعرفة الأسس

(33) L. Squire et E. Kendel, La mémoire, de l'esprit aux molécules, Paris, Champs – Flammarion, 2005.

العصبية لمختلف أنظمة الذاكرة؛ وكان من الضروري القيام بانتقاء دقيق لها. ولإعطاء نظرة حول المعارف الحالية الأكثر دقة، بخصوص الذاكرة الإنسانية، قمنا في هذا الفصل بعرض الأسس العصبية للذاكرة المرحلية والدلالية وذاكرة الاشتغال والذاكرة الإجرائية. وسنعمل في الفصل الموالي على معالجة الطريقة التي تتفاعل بها هذه الأنظمة وتتعاون بل وتتصارع في بعض الحالات، بحسب الأوضاع الخاصة التي يواجهها الفرد. وبشكل عام، يعتبر تاريخ التصوير العصبي الوظيفي للذاكرة حديث العهد، لكنه يتوفر على مادة غزيرة. وقد ظهرت أول دراسة بتقنية تخطيط الأجزاء TEP سنة 1988 وهمت الذاكرة الدلالية، مدرجة شرط التعميم الصامت للأفعال كمهمة من بين مهام أخرى للغة[34].

أما أولى الدراسات من المنظور نفسه حول الذاكرة المرحلية[35] والذاكرة الإجرائية[36] فقد نشرت سنة 1992؛ وفي السنة الموالية ظهرت دراسة حول

(34) للتعرف على طرائق التصوير الدماغي وأهميتها وحدودها، أنظر:
B. Mazoyer, L 'imagerie Cérébrale Fonctionnelle, Paris, Puf, Que Sais – je ? N° 3628, 2001.

(35) S. E. Petersen, P. T. Fox, M.L., Posner, M. Mintum et M. E. R aichle, Positron Emission Tomographic Studies of the Cortical anatomy of Single World Processing, Nature 331, 585/589, 1988.

(36) l. r. Squire J. G. Ojemann, F. M. Miezin, S. E P etersen T. O Videen et M. E. Raichle, Activation of the hippocompus in normal humans ; A functional anatomical Study of memory, Prec. Natl. Acad. Sci, Etats-Unis, 89, 1837/1841, 1992.

ذاكرة الاشتغال[37]. ومع اكتشاف تقنية جديدة في أواسط التسعينيات من القرن العشرين، وهي تقنية IRMF، الأبسط من حيث الاستعمال والمنتجة لصور حول وظيفة الدماغ بشكل أفضل وبكلفة أقل، حقق مجال البحث في التصوير العصبي الوظيفي قفزة حقيقة.

وبفضل التطور التدريجي للتصوير العصبي كمادة تخصصية قائمة بذاتها تهتم بالدماغ، أصبحت الدراسات النظرية والمنهجية كثيرة وبالغة الدقة، وسمحت بتبادل فعلي للأفكار مع علم النفس المعرفي، التي كانت هي المادة التخصصية الوحيدة التي يتم الرجوع إليها لدراسة الذاكرة الإنسانية.

1 - الأسس العصبية للذاكرة المرحلية

إن الذاكرة المرحلية هي نظام الذاكرة التصريحية والصريحة المستخدمة لتذكر التجارب الشخصية المخزونة في سياقها الخاص. وقد كانت الأسس العصبية للذاكرة المرحلية، قبل ظهور مناهج التصوير العصبي، تستنبط من تأويل تأثيرات الإصابات الدماغية على إنجازات هذه الذاكرة.

وبشكل عام، فإن كل أجزاء الدماغ تساهم من قريب أو بعيد في تشغيل هذه الأخيرة. هكذا، يقتضي استدعاء الذاكرة المرحلية بخصوص كلمات معروضة

(37) S. T. Grafton, J. C. Mazziotta, S. Phelps, Functional anatomy of Human Procedural Learning determined With regional Cerebral blood flow and Pet J. Neuro Sci., 12, 2542/ 2548, 1992.

بصرياً، أن يعالج النظام البصري إدراك هذه الكلمات بشكل سليم وأن يعالج النظام اللساني فهمها بشكل سليم أيضاً. من ثمّ، فإن بعض المجالات الخاصة بالذاكرة المرحلية، ستخضع لوحدة أنظمة معرفية وحسّية أخرى.

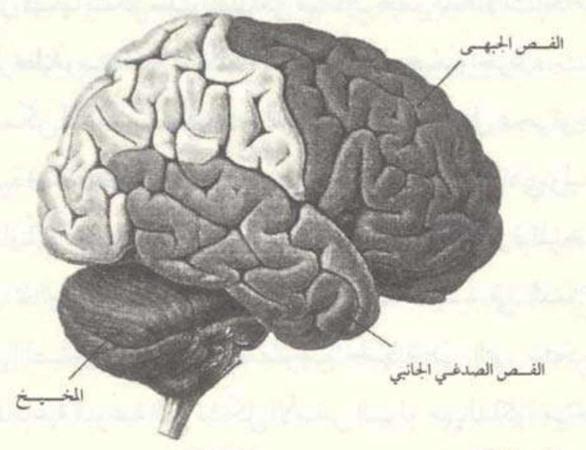
ومن الممكن أن تؤدي تشوهات خاصة بهذه الأنظمة إلى عجز نوعي لهذه الذاكرة (وهو عجز بصري وليس سمعياً أو أنه عجز شفاهي وليس بصرياً–مكانياً)؛ فمن بين كل المناطق الدماغية المعنية بالذاكرة المرحلية يوجد قدْر محدود من الأثر الذي تركته اللحظة المعيشة في الدماغ. والفصوص الصدْغية الوسطى والفصوص الجبهية هي التي ستحمي الأنشطة الدماغية النوعية التي تشكل الأساس البيولوجي لذاكرة مرحلة معينة.

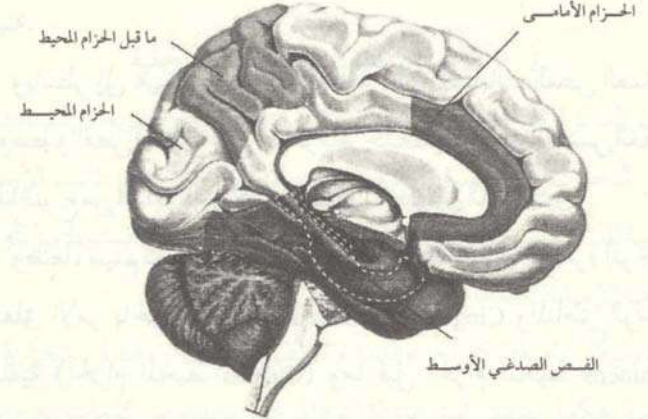
وبالنظر إلى هيمنة الأدبيات المتعلقة بتأثير إصابات الفص الصدغي الأوسط والفص الجبهي على الذاكرة المرحلية، فإن وصف الأسس العصبية لهذا النوع من الذاكرة سيركز على هاتين المنطقتين الدماغيتين.

وطبعاً، سيتم تنشيط مناطق أخرى أيضاً أثناء اشتغال الذاكرة المرحلية. ويتعلق الأمر بالحزام الأمامي Cingulum Antérieur والمناطق الوسطى الخلفية (الحزام المحيط Cuneus) وما قبل الحزام المحيط Precunens والقشرة الدماغية الصدغية الجانبية Cortex Temporal Latéral والمخيخ Cervelet[38].

(38) E. Poulesu, C. D. Frith et R.S. T. F rackowiak, The neural correlates of

(انظر الشكل 3−1)





الشكل 3−1 : البنيات الدماغية المعنية بالذاكرة المرحلية.

the verbal Component of Working memory, Nature, 362, 342/ 345, 1993.

وبشكل عام، فإن الذاكرة المرحلية تُدْرس بواسطة اختبارات مباشرة حول التذكُّر الحر والتحضيري أو حول التعرّف. ففي مرحلة أولى من البحث، تُعْرَض مجموعة من المواد (كلمات، جمل، صور) أمام أشخاص بشكل بصري و/ أو سمعي؛ ويُطلب منهم في مرحلة الاختبار الفعلي أن يتذكّروا أو يتعرفوا على المثيرات التي رأوها أو سمعوها خلال المرحلة الأولى من التجربة.

ومع الدراسات الأولى في مجال التصوير العصبي، كان من المنطقي ترقُّب نشاط الفص الصدغي الأوسط أثناء القيام بمهام الترميز و/ أو الاسترجاع بالذاكرة المرحلية، اعتماداً على دراسات في مجال علم النفس العصبي اهتمت بالدماغ المتضرر للمريض (أنظر حالة هـ. م. المذكور سابقاً).

من جهة أخرى، فبإمكان المهام نفسها أن تؤدي إلى أنشطة جبهية أدق، بل يمكن أن تغيب هذه الأنشطة في حالة اختبار التعرف؛ وبالفعل، فإن ما يحصل هو العكس.

ورغم قوة تأثير إصابات الفص الصدغي الأوسط على انجازات الذاكرة المرحلية، فإن نتائج البحث عن الأنشطة الصدغية الوسطى و/ أو الحصينية، ضمن الدراسات الأولى في حقل التصوير العصبي الذي اختبر هذا الشكل من الذاكرة، كانت مخيبة للآمال.

غير أن عدم اكتشاف نشاط الفص الصدغي الأوسط أثناء قيام الذاكرة المرحلية بمهمتها، لا يعني بالضرورة أن هذه البنية لم يتم تشغيلها. إن هذه العملية مرتبطة في الواقع بالمنهج الاقتطاعي المستخدم ضمن هذه التقنيات.

وبالفعل، فإذا كان الفص الصدغي الأوسط يشتغل بطريقة مشابهة لتلك المستخدمة أثناء ترميز واستعادة المعلومات بالذاكرة المرحلية، فإن المقاربة الاقتطاعية بين الترميز والاستعادة، تمنع من ملاحظة تشغيل هذه البنية القابلة للقياس. كان من اللازم إذن، بلورة شروط للمراقبة أكثر انتقائية، أو التخلي عن المقاربة الاقتطاعية لفائدة منهج ترابطي يحدد العلاقة بين مستوى النشاط الدماغي وإنجاز المهمة من طرف الشخص[39].

وعلى عكس الفصّ الصدغي الأوسط، فقد استفادت مساهمة الفصوص الجبْهية في تشغيل الذاكرة المرحلية التي لم تهتم بها دراسة الإصابات الدماغية، من تطور التصوير العصبي الوظيفي. وفي الواقع، فإن هذه الفصوص تلعب دوراً مهماً في اكتساب المعلومة، أي في ترميزها، بدل المساهمة في حصرها. وهي تشتغل أيضاً عند استعادة المعلومات في غياب السياق الذي يسمح بتذكُّرها وعند تقدير الترتيب

(39) R. Cabeza et L. Nyberg, imaging cognition II : An empirical review of 275 PET and FMRI studies, J. Cogn. Neurosci, 12, 1/47, 2000.

الذي اكتُسبت هذه المعلومات في إطاره. كما أنها تتعلق بدرجة قدم الأحداث المحفوظة في الذاكرة.

من جانب آخر، بيّنت العديد من الدراسات، بأن نشاط الفص الصدغي الأوسط من الجهة اليسرى والفص الجبهي الأيسر يتم بشكل أكبر عندما يشرع الشخص في تعلم الكلمات. بالمقابل، فإن نشاط الفص الصدغي الأوسط من الجهة اليمنى والفص الجبهي الأيمن يتم بشكل أكبر عند تعلم المشاهد البصرية.

ومن بين الأسباب التي تُعتبر الفصوص الجبهية بمقتضاها مهمة بالنسبة للترميز في الذاكرة المرحلية، هو كونها تسمح للشخص بالتركيز على المعلومات التي يتعيّن تذكرها والتي تستدعي نشاط الفص الصدغي الأوسط.

ومن الممكن أن يسبّب خلل على مستوى الوظيفة الجبهية في عجز الذاكرة المرحلية وفي بروز ذكريات خاطئة، كما هو الشأن بخصوص المعلومات المرتبطة بسياق رديء أو بتفاصيل نوعية غير صحيحة.

وبإمكاننا تلخيص الاختلافات الوظيفية بين الفصوص الصدغية الوسطى والفصوص الجبهية كما يلي: إن الفصوص الأخيرة تشبه موثّقاً يُستَخدم في ترتيب المعلومات بالذاكرة المرحلية؛ أما الأولى فهي ترتّب ذكريات الوقائع الحديثة العهد، في حين تقوم المناطق الأخرى للدماغ

بترتيب ذكريات الوقائع القديمة. وبالتالي، إذا أصيبت الفصوص الجبهية، فإنه سيصعب، وإن لم يكن من المستحيل، الحصول على معلومات مستمدّة من الذاكرة المرحلية أو غير مستمدة منها. لكن، بإمكان هذه المعلومات أن تصبح مضطربة وغير واضحة وأحياناً غير ملائمة تماماً للوضعية.

أما إذا كان هناك خلل وظيفي بالفصوص الصدغية الوسطى، فإنه يستحيل حفظ معلومة حديثة في الذاكرة. ومن المفترض أن تكون الذكريات القديمة، التي تم ترسيخها على مدى شهور أو سنوات، مخزونة بالمناطق الدماغية الأخرى، وأن تكون بالتالي في المتناول رغم تعرض الفصوص الوسطى للإصابة.

إن أنشطة الفص الصدغي الأوسط ترتبط بمراحل الترميز داخل الذاكرة المرحلية، مع هيمنة للفص الصدغي الأوسط من الجهة اليسرى، عندما تكون المادة المستعملة شفويَّة، وللفص الصدغي الأوسط من الجهة اليمنى، بخصوص المثيرات غير الشفهية، وبهما معاً عندما تكون هذه المثيرات غير شفوية، لكن يسهل التعرف عليها بواسطة الكلمات. وترتبط عمليات الفصوص الدماغية الوسطى أيضاً، بعملية الاستعادة الناجحة للمعلومة بالذاكرة المرحلية.

ومن الناحية التاريخية، يرجع الفضل من جديد إلى تولفينغ وزملائه

بمدينة طورنطو في إبراز النشاط الفارقي للقشرة الجبهية اليسرى واليمنى، في إطار تخطيط الأجزاء TEP، وذلك ضمن تجارب الترميز والتذكير على مستوى الذاكرة المحلية.

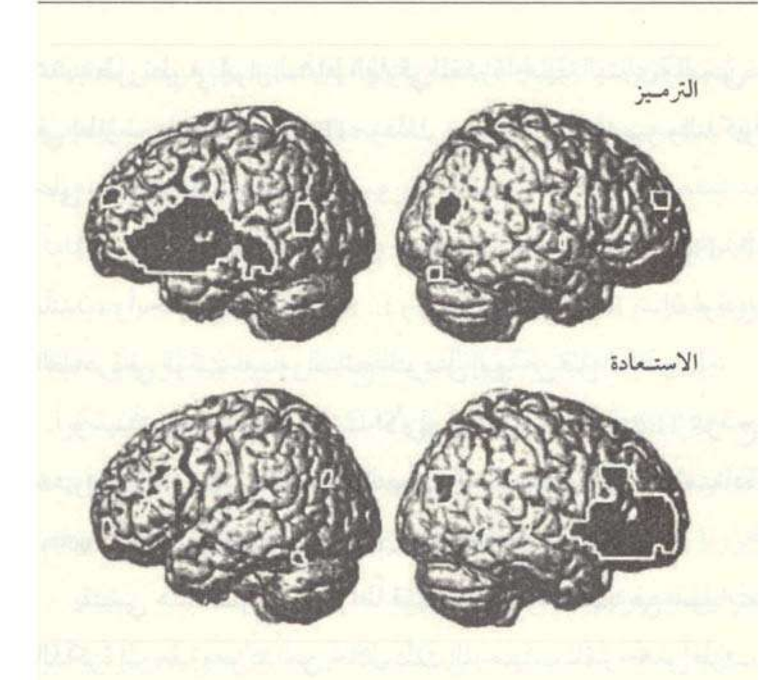
وقد أكدت أبحاث شاليس T. Shallice وفليتشر P. Fletcher بلندن، وأبحاث سكوير L. Squire وبوكنر R. Buckener بسان لويس الصادرة في الوقت نفسه، النتائج المتوصل إليها من قِبَل الكنديين.

وسينبثق من هذه الدراسات الأولى لتخطيط الأجزاء TEP نموذج «هيرا HERA» (أي اللاتماثل النصفي لعمليات الترميز والاستعادة (Hemispheric Encoding / Retrieval Asymmetry[40] .

يقتضي هذا النموذج انخراطاً قوياً للفصوص الجبهية في عمليات الذاكرة المرحلية، مؤكداً من خلال ذلك الفرضيات المقترحة من طرف شاكتر وسكوير، من قبل سنواتٍ.

وحسب هذا النموذج فإن القشرة الجبهية، البطينية الجانبية اليسرى، معنية أكثر من اليمنى بخصوص عمليات ترميز المعلومات بالذاكرة المرحلية؛ في حين تُعتبر اليمنى معنيّةً أكثر من اليسرى بخصوص عمليات استعادة هذه المعلومات (انظر الشكل 3–2).

(40) P. C. Fletcher, C. D. Frith et M. D. Rugg, the functional neur - anatomy of Episodic memory, Trends Neurosci., 20,213/ 218, 1997..



الشكل 3-2. الأنشطة المنبثقة من دراسة بتخطيط الأجزاء TEP، تقارن ترميز واستعادة المعلومات بالذاكرة المرحلية. إن القشرة الجبهية، البطينية الجانبية اليسرى تنشط بشكل أفضل أثناء الترميز، في حين تنْشط اليمنى خلال عملية الاستعادة.

وقد أكدت العديد من الدراسات عن طريق تخطيط الأجزاء ثم عن طريق التصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي، على لاتماثل عمليات الترميز والاستعادة[41] . ومع ذلك، ظهرت بعض الحالات الاستثنائية

(41) E. Tulving, S. Kapur, F. I.Craik, M. Moscovitch et S. Houle, Hemispheric

التي يعكس فيها لاتماثل النشاط الجبهي، من خلال نموذج HERA ، طبيعة المادة المستخدمة في المقارنة بين المهام (شفوية مقابل لاشفوية) لا المقارنة بين السيرورات (الترميز مقابل الاستعادة).

وسواء تعلق الأمر بالترميز أم بالاستعادة، فإن استخدام المادة الشفاهية يؤدي إلى نشاط تفْضيلي للقشرة الجبهية، البطينية الجانبية اليسرى، في حين تؤدي المادة غير الشفهية (شيء، وجه)، إلى نشاط جبهي بُطيْني جانبي أيمن[42]. لقد ساهمت هذه الملاحظات في إعادة النظر في نموذج هيرا HERA؛ فاللاتماثل الملاحَظ على مستوى هذه المهام التذكُرية، سينبثق من طبيعة المادة التي يتعيّن تذكُرها، كما أن عمليات الترميز والاستعادة ستُستخدم في أحسن الأحوال لصياغة هذا اللاتماثُل.

ولربما كان هذا الأخير ظاهرياً فقط، بحيث يعكس واقع كون التّرميز مجرد عملية شفوية، في حين لا تكون الاستعادة كذلك.

وإلى حد الآن لم يحسم النقاش؛ إذ لا يوجد مبرِّر في آخر المطاف يمنع

encoding/ Retrieval asymmetry in episodic memory: Positron emission tomography findings, Proc. Nath. Acad. Sc. Etats Unis, 91,2016/2020, 1994; T. Schallice, P. Fletcher, C. D. Frith, P. Grasby, R. S. J. Fracko wiak, R. Dolan, Brain regions associated with acquisition and retrieval of verbal episodic memory, Nature, 368, 633/635, 1994; R. L.Buckener, S. E. Petersen, J. G. Ojemann, F. M. Miezin, L. R. Squire et M. E Raichle, Functional anatomical Studies of explicit and implicit memory retrieval Taske, J. Neuro Sci, 15, 12/29,1995.

(42) R. Cabeza et L. Nyberg, Imaging Cognition II : An empirical review of 275 PET and FMRI Studies, J. Cogn. Neuro Sci., 12, 1/47, 2000.

من إمكانية تعايش هذين الشكلين من اللاتماثل داخل القشرة الدماغية الجبْهية. وفي هذا الإطار من التّفكير في صلاحية نموذج هيرا HERA، مكّنت مجلة متضمّنة لسلسلة من الدراسات في مجال تخطيط الأجزاء TEP، تخصُّ مهام التعرُّف المرحلي، بضبط ستة مواقع مختلفة داخل الدماغ، مرتبطة بنمط الاستعادة[43].

وقد حدّد كل موقع كمنطقة دماغية تتّسم بنشاط أكبر، عند الاستعادة المرحلية وليس عند الترميز المرحلي.

وسواء نجحت الاستعادة أو لم تنجح، فإن النشاط لا يتغيَّر. وتوجد خمسة مواقع داخل الفصوص الجبهية: ثلاثة أساسية في الجهة اليمنى (وهي القشرة الجبهية الخلفية الجانبية والبطينية الجانبية والأمامية)؛ وموقعان أصغر حجماً في الجهة اليسرى (وهما القشرة الجبهية البطينية الجانبية والأمامية). أما الموقع السادس، فيوجد بالقشرة الحزامية الأمامية. وليس هناك ما يشبه هذه المواقع في باقي أجزاء الدماغ.

ورغم أن هذه المجلة، المتضمّنة في المجموع لمعطيات 53 شخصاً، تشير إلى أن نمط الاستعادة المرحلية يعني عدداً كبيراً من العمليات

(43) A. D. Wagner et al., Material- Specific lateralization of prefro - tal activation during episodic encoding and retrieval, Neuro report, 9, 3711/3717, 1998; A. C. Lee et al., Asymmetric frontal activation during Episodic memory, the effects of Stimulus type on encoding and retrieval, Neuro Psychologia, 38, 677/ 692, 2000.

المختلفة، فلم يكن من الممكن ربط عملية معينة أو مجموعة من العمليات بنشاط موقع بعينه؛ ذلك أن النظرية المرحلية سمحت بتصور إمكانية أن تعكس بعض هذه الأنشطة الجبهية العمل الذهني خلال المدّة اللازمة لمهمة التعرُّف. ولكي يتذكَّر شخص ما بشكل واقعي رؤيته أو عدم رؤيته لوحدة اخْتبارية خلال مرحلة الدراسة، يجب عليه «الانتقال عبر الماضي» إلى مرحلة الدراسة هذه.

وستوضِّح الأبحاث الحالية هذه المسألة من دون شك. لكن، لا بد من الإشارة بنوع من الارتياح، إلى أن المعطيات القائمة تدل على أن البنية التي ظهرت حديثاً على مشهد التطور، وهي الفص الجبهي، تلعب دوراً مركزياً في إنجاز ما يميز الذاكرة المرحلية بشكل أفضل، ونقصد بذلك السفرَ الذهني عبر الزمن.

2 – الأسس العصبية للذاكرة الدلالية

تعتبر الذاكرة الدلالية مسؤولة عن اكتساب وتمثُّل ومعالجة المعارف حول العالم، أي الوقائع والمفاهيم والمعتقدات. وهكذا فإن هذا الشكل من الذاكرة يهتم، من حيث التعريف، بالعديد من الوظائف المعرفية التي نذكُر من بينها في غالب الأحيان القدرة على إضفاء المعنى على الكلمات والجمل والتعرُّف على الأشياء وتذكُّر المعلومات الخاصة بمفاهيم سبق تعلُّمها واكتساب معلومات جديدة بواسطة التجربة

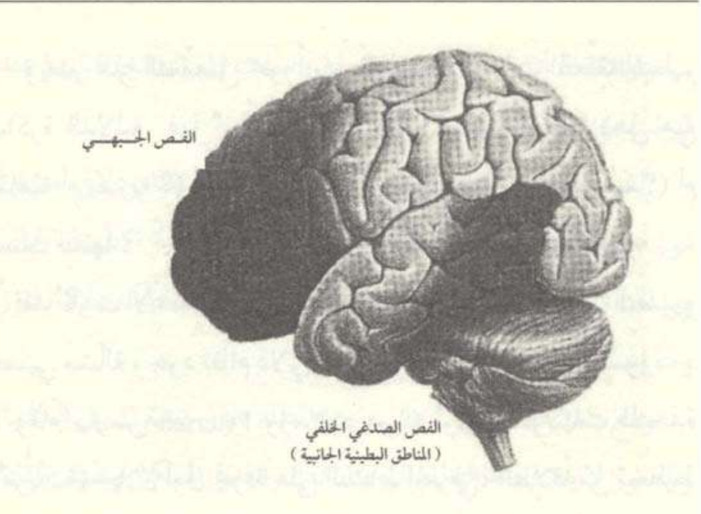
الإدراكية أو الاستدلال.

إنها شكل من الذاكرة يختزن الفردُ بواسطتها معارفه حول العالم باستقلالٍ عن سياق اكتسابها ودون وعيٍ بتعلمها.

وقد سمحت الدراسات في مجال التصوير العصبي، المتعلقة بالأسس العصبية للذاكرة الدلالية، بالتمييز بين هذه الأخيرة والذاكرة المرحلية؛ وهو ما يؤكده واقع كون المعارف بالذاكرة الدلالية السابقة على بتر الفص الصدغي المتوسطي من الجانبين تظل محفوظة، على عكس معارف الذاكرة المرحلية[44].

ولما كانت الذاكرة الدلالية تتضمن كل معارفنا حول العالم، غير المرتبطة بمراحل خاصة من حياتنا، فمن المتوقع أن تكون قائمة داخل مناطق عديدة من الدماغ. وقد أبانت أولى الدراسات المتعلقة بالذاكرة الدلالية، في مجال التصوير العصبي، عن نشاط ممتدٍّ إلى الفصوص الجبهية والصدغية والخلفية اليسرى، المتضمنة للأجزاء البُطينية والجانبية للقشْرة الدماغية الصدغية (انظر الشكل 3–3).

(44) M. Le page, o. Ghaffar, L. Nyberg et E. Tulving, Pre fontal Co - tex and Episodic memory retrieval mode, Proc. Nath. Acad. Sci., Etats Unis, 97, 506/ 511, 2000.



الشكل 3-3 : البنيات الدماغية المعنية بالذاكرة الدلالية.

وتهتم دراسة الذاكرة الدلالية أساساً بما أنجز من أجل اللغة وبواسطتها. وعليه ألا تحيل لفظة « دلالة» في المقام الأول، على دراسة اللغة من زاوية المعنى ؟ إن بإمكان هذا الأخير الانتقال بواسطة دعامات أخرى من الأصوات أو من صور المحيط.

وغالباً ما تُستخدم هذه الصُّور لإبراز الجانب غير الشفهي لمعارفنا الدلالية. ومنذ سنة 1970، أصبح هذا التمفْصُل بين ما هو شفهي وما هو بصري يشكل مركز اهتمام النموذج المقترح من طرف ألان بايْفيو Allan Paivio، حول التَّرميز المزدوِج للتمثلات الذهنية[45].

(45) S. Corkin, What's new with the amnesic patient, H. M . Nat. Rev. Neurosci, 3 , 153/160, 2002.

ويعتبر هذا التمفصل محوراً مهماً ضمن الأبحاث المتعلّقة بتنظيم الذاكرة الدلالية. فهل تنظَّم معارفنا وفْق كيفية معالجتها (هل هي شفاهية أم بصرية ؟) أم وِفق صفاتها (هل هي بصرية أو وظيفية ؟) أم حسب فئاتها ؟

لقد أثارت الأعمال الأولى المتعلّقة بالذاكرة الدلالية في مجال التصوير العصبي مسألة وجود نظام دلالي مشترك لتأويل الكلمات والصُّور.

وقام بيترسن Petersen وزملاؤه بسان لوي (بالولايات المتحدة الأمريكية) خلال أول تجربة على النشاط المعرفي، انطلاقاً من تخطيط الأجزاء، بفحص الاختلافات بين الاستعادة الدلالية والمثيرات البصرية أو السمعية[46].

هكذا، طُلب من الأشخاص سماع أو رؤية أسماء (مثل تفاحة) والقيام بصياغة كلمة مقترنة بهذا الاسم (مثل قضْم). وارتبطت الاستعادة الدلالية الشبيهة بشرط مرْجعي قائم على تكرار الكلمات بزيادةٍ في الحجم الدموي الدماغي بالقشرة الجبهية، البطيْنية الجانبية اليسرى؛ وذلك بالنسبة لصيغتيْ التمثُّل معاً. واستنتج الدّارسون بأن نشاط هذا الجزْء من الفصّ الجبْهي الأيسر، يعكس معالجة دلالية غير كيفية (أي غير نوعية).

(46) A. Paivio, Mental representations : A dual coding approach, New York, Oxford university press, 1986.

والملاحظ أن الدراسات اللاحقة وصلت إلى النتائج نفسها عندما قارنت بين المعالجات الدلالية البصرية والشفهية[47].

لقد ساهمت الكلمات والصور في نشاط نظام دلالي مشترك، موزعٍ بين المناطق الصدْغية السفْلية والقشرة الجبهية البطينية الجانبية. وبذلك قدمت هذه الدراسات الدليل على وجود شبكة دلالية تتوزّع وتتقاسم الصيغ البصرية والشفهية.

ومع ذلك فإن البرهان على وجود نظام دلالي مشترك بين الكلمات والصور لا يعني بأنه النظام الوحيد القائم؛ فمن الممكن وضْف تمثُّلات المعارف المفْهومية عبر أجزاء عديدة مُتمايزة.

هكذا، ستعتبر الذاكرة الدلالية من زاوية معنى الكلمات عبارة عن فسيفساء موزعة عبر مجالات خاصة ومتمايزة (مثل العناصر البصرية وعناصر الفعل والعناصر اللمْسية، ..إلخ) وتُستعمل لفظة «خاصة» هنا، لوصف نوع المعرفة أي «ما هو الشيء الذي يشبه هذا الموضوع؟»، مقابلاً للسؤال: «ما الفائدة منه ؟»؛ في حين كانت لفظة «صيغة» تُستعمل من قبل لوصف الشكل الذي نصل به إلى المعرفة، أي الصورة أو الكلمة. ويعتبر التمييز بين الخصائص البصرية والوظيفية الأكثرَ

(47) S. E. Petersen, P.T. Fow, M.L. Posner, M. Mintun et M.E Raichle, Pasirton emission tomographic studies of the cortical anatomy of single word processing, Nature, 331, 585/289, 1988.

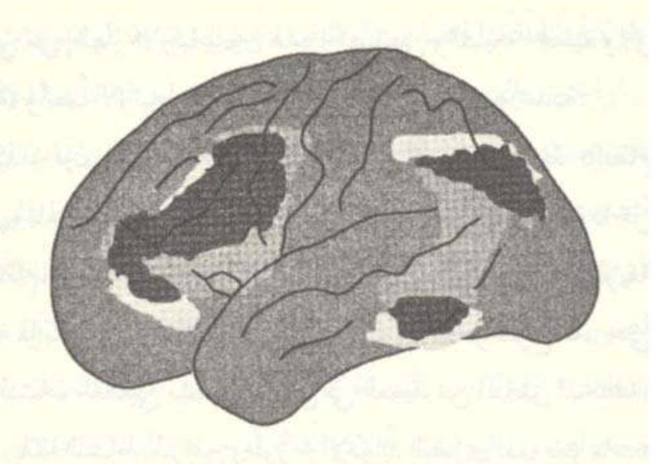
تداولاً، ولربما الأكثر جذرية بخصوص تقسيم الذاكرة الدلالية إلى خصائص نوعية. وتشير الأبحاث في ميادين مختلفة، تمتد من اكتساب اللغة إلى تصنيف الموضوعات، مروراً بالخلل الوظيفي للغة، إلى أن بإمكان المعارف الدلالية أن تقسم بشكل مفيد، إلى خصائص بصرية وأخرى وظيفية [48]. لقد تقبّلت الدراسات في حقل التصوير العصبي بشكل كبير فكرة التميز بين ما هو بصري وما هو وظيفي؛ وذلك من خلال مطالبة أشخاص، مثلاً، بمشاهدة رسوم لأشياء مشتركة وذكر اللون المرتبط بها أو كلمة ذات علاقة بالفعل.

وكشف تحليل معطيات تخطيط الأجزاء، التي تم جمعها بخصوص كل شرط، عن مشاركة المناطق الجبهية في هذين النوعين من الخصائص وكذلك عن نشاط المناطق المتعلقة بكل خاصية على حِدة.

والتعبير عن لون مرتبط بالموضوع المدرك يمثل من الجانبين نشاطاً للجزء البطيْني للقشرة الصدغية، في حين أن استخدام كلمة الفعل، يرتبط بالنشاط القائم في الجزء الخلفي من الفص الصدغي الأيسر والقشرة الجبهية البطينية الجانبية اليسرى (انظر الشكل 3–4)[49].

(48) R. Vanden berghe, C. Price, R. wise, O. Jsephs et R.S.J, Frac - ewiak, Functional anatomy of a common semantic system for words and pictures, Nature, 383, 254/256, 1996.

(49) S. L. Thompson – Shill, Neuroimaging studies of semantic memory : inferring « how » from « Where », Neuropsychologia 41, 280/292, 2003.



الشكل 3–4 : رؤية إجمالية للنصف الأيسر، تمثل المناطق التي نشطت عندما استعمل الأشخاص كلمات معبرة عن اللون (رمادي فاتح) وكلمات الفعل (رمادي) كما تبدو المناطق المتضمّنة لهذين النوعين من الكلمات عبر اللون الرمادي الداكن.

(مأخوذ عن مارتن وآخرين، 1995).

انطلاقاً من هذه الدراسة البذْرية، اهتمت أبحاث أخرى بالانفصالات التشريحية العصبية، القائمة بين الخصائص البصرية والوظيفية أو بين الكلمات الملموسة والمجردة، المختلفة من حيثُ التعريف عن التمثُّلات البصرية.

ومن خلال هذا التقطيع للخصائص النوعية (بصرية، وظيفية.. إلخ) تمكنت الأعمال الحديثة المنجَزة عن طريق التصوير بالرنين المغناطيسي

الوظيفي من إظهار الارتباط بين هذه الخصائص والصيغة الحسية و/أو الحركية؛ وأيضاً الارتباط بين هذه الأخيرة وخاصية نوعية محددة.

هكذا، فإن الذاكرة الدلالية للخصائص البصرية ترتبط بالنظام البصري، بالمعنى الحصري للكلمة، حيث تنقسم المعارف الدلالية داخل هذا النظام، إلى خصائص نوعية (لون، حجم، شكل، حركة)، بطريقة مشابهة لما يحصل في مجال الإدراك. فما أن يُدرَك موضوع ما، حتى يظهر النشاط العصبي بشكل متزامن في العديد من المناطق المختلفة. ويشمل هذا النشاط المتزامن والموزَّع الإدراكَ البصري للموضوعات؛ كما يبدو أن الذاكرة الدلالية البصرية تخضع للإجراء نفسه.

من جهة أخرى، يُعتبر هذا المفهوم المقترن بظهور تقنيات التصوير العصبي حديث العهد نسبياً. فقد أعاد النظر في الخاصية غير الكيفية للذاكرة الدلالية المفترَضة في مرحلة أولى.

بالمقابل، فهو يتفق مع نظريات التمثلات الحسية الحركية التي تقترح بأن تُخزن معارفنا في الشبكة نفسها المنقسمة إلى البنيات الدماغية التي تم تشغيلها في الإدراك الأولي وفي معالجة ما يكون موضوعا للتذكر. ونجد بهذا الخصوص الجزء البطيني للفص الصدغي ومن ضمنه التلفيف المغزلي gyrus fusiforme المتعلّق بالخصائص البصرية للون والشكل ولحركة الأشياء، والفصوص الجبهية، وتحديداً القشرة الدماغية قبل

الحركية المتعلّقة بالخصائص الوظيفية لتشغيل وضبط الموضوعات.

وأخيراً، ظهرت فرضية أخرى تروم تقسيم الذاكرة الدلالية إلى فئات صنافية taxinomiques. وقد استدعت أغلب الدراسات في مجال التصوير العصبي، والتي فحصت مختلف الوظائف المرتكزة على فئات الموضوعات، مهام استعادة الكلمات، مثل تسمية الأشياء انطلاقاً من الصور. هكذا، سيطلب أليكس مارتن Alex Martin وزملاؤه ببثيسدا Bethesda (الولايات المتحدة الأمريكية)، من عدة أشخاص، إعطاء أسماء لصور الحيوانات والأدوات والوجوه والمنازل، خلال دراسة أولى بواسطة تخطيط الأجزاء، ثم خلال دراسة ثانية عن طريق التصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي(٥٠). وقد تعرّف هؤلاء الباحثون على مختلف الأنشطة التي تمت وفق فئات الموضوع المدروس وتحديداً داخل القشرة الخلفية الوسطى، كإجابة على صور الحيوانات. كما تم التعرف على الأنشطة الجبْهية داخل القشرة الدماغية ما قبل الحركية كإجابة على صور الأدوات؛ وأخيراً على أنشطة مختلفة موزعة على القشرة الدماغية الصدغية، بحسب هذه الفئات المختلفة.

وتجدر الإشارة إلى أن فكرة التمثيل الدلالي بواسطة الفئات، لا تلغي

(50) A. Martin, J. V. Haxby, F.M. Lalonde, C.L.Wiggs et L.G. unge - leider, Discrete cortical regions associated with knowledge of color and knowledge of action, Science, 270, 102/105, 1995.

وجود تمثُّلات عن طريق الخصائص، والعكس صحيح. وحالياً، لا شيء يسمح باعتبار الذاكرة الدلالية محكومة بمبدأ وظيفي واحد. وكما أكد شارون طومبسون شيل Sharon Thompson Schill ، « فإن البحث عن الأسس العصبية للذاكرة الدلالية يؤدي في الوقت نفسه إلى لا مكان وإلى كل مكان» [51].

وهناك احتمال كبير بألا تلعب أي منطقة لوحدها دوراً متميزاً في تمثل أو استعادة كل أنواع المعارف الدلالية عبر الذاكرة. وتبدو القشرة الدماغية الجبهية، وأساسا الجزء البطيني الجانبي الأيسر، بشكل عام، معنيةً أكثر من غيرها بآليات الانتقاء التي يمكنها أن تكون مفيدة ولكنها غير ضرورية بالنسبة للاستعادة الدلالية.

ليست هناك أي منطقة دماغية أخرى معنية بشكل منتظم بكل مهام هذه الاستعادة. على العكس من ذلك، فإن الأبحاث في مجال التصوير العصبي التي تحدثنا عنها، تقتضي وجود شبكة واسعة وموزعة للتمثّلات الدلالية المنتظمة في حدها الأدنى على شكل خصائص، ولربما أيضاً على شكل فئات. وتتضمن هذه الشبكات مناطق ممتدة من القشرة

(51) A. Martin, X.L. Wiggs, L. G. Ungerleider et J. V. Haxly, Neural ca - relates of category – Specific knowledge, Nature, 379, 649/652, 1996, L.L. Chao, J. V. Haxby et A. Martin, Attribute-based neural substrates in temporal cortex for perceiving and knowing about objects, Nature Neurosci., 2, 913-919, 1999.

الدماغية الصدْغية البطينية (معارف حول الألوان والأشكال) والجانبية (معارف حول التنقلات)، إلى القشرة الدماغية الجدارية (معارف حول الأحجام) ثم القشرة الدماغية ما قبل الحركية (معارف حول تشغيل الأشياء). وتبدو مناطق أخرى، مثل بعض الأجزاء الأمامية للقشرة الدماغية الصدْغية معنية بتمثلات المعارف المفهومية غير الإدراكية، أي الشفهية.

3 – الأسس العصبية لذاكرة الاشتغال

إن ذاكرة الاشتغال من حيث التعريف، هي القدرة على الاحتفاظ بداخل الذهن على كمية محدودة من المعلومات خلال فترة زمنية قصيرة، بغرض إنجاز مهمة أو تحقيق غاية. وهي تتدخَّل لمعالجة المعلومات والحفاظ عليها مؤقتاً، باعتبارها ضرورية لتحقيق أنشطة معرفية متنوعة، مثل الفهم والتعلم والاستدلال.

وبالرغم من كون هذه الذاكرة، قد دُرست بشكل موسع، سواء لدى الإنسان أو الحيوان فإن لفظة ذاكرة الاشتغال تشتمل على معان كثيرة، بحسب مجال البحث الذي يتم الانطلاق منه لمعالجتها. وبخصوص الدراسات المنجزة على الحيوان، فإن لفظ « ذاكرة الاشتغال» يُستعمل لوصف قدرة الحيوان على الاحتفاظ بمؤثر خلال فترة وجيزة بعد اختفائه من المجال الإدراكي.

وتحيل الكلمة نفسُها، في مجال علم النفس المعرفي، على فضاء ذهني للاشتغال على معلومات متنوعة بهدف حل مشكلة معقدة.

طبعاً، هنالك معان مختلفة لذاكرة الاشتغال، لكن النموذج المهيمن حالياً في علم النفس العصبي، كما في علم الأحياء العصبية، هو الذي تم تطويره منذ ثلاثين سنة من قِبل ألان بادلي (انظر الفصل الثاني). لقد شكل هذا النموذج نقطة انطلاق الدراسات في مجال التصوير المغناطيسي حول الأسس العصبية لذاكرة الاشتغال.

ونذكّر هنا بأن هندسة ذاكرة الاشتغال حسب بادلي ترتكز على محافظ مركزي وعلى نظامين تابعين، سنعمل على وصفهما في البداية؛ وهما ذاكرة الاشتغال الشفهية (الحلقة الصّواتية) وذاكرة الاشتغال المكانية (المذكّرة البصرية المكانية).

3–1 : ذاكرة الاشتغال الشفهية

إن هذه الذاكرة، التي تقدَّم أيضاً تحت اسم الحلقة الصّواتية، هي أكثر تميزاً ضمن الأنظمة الفرعية لذاكرة الاشتغال. ويلاحظ بداخلها موقع للتخزين الصواتي ولآلية التكرار القادرة على الاحتفاظ بالمحتوى المخزون. وقد قدّمت الأبحاث في مجال التصوير العصبي، أدلّة ملائمة للتمييز بين هذين النظامين.

وبالفعل، تم استخدام مهمة للتعرف على الوحدات، يدرك

الأشخاص عبرها وبشكل متزامن، بمجموعة مؤلفة من أربعة حروف، خلال مائتي جزء من الألف من الثانية، يحتفظون بها في الذاكرة مدة ثلاث ثوان ويطالبونهم عند ظهور حرف جديد بالإجابة عما إذا كان هذا الأخير يطابق أحد الحروف الأربعة التي سبق إدراكُها.

وبيّنت هذه المهمة اشتغال المنطقة الجانبية اليسرى للدماغ والمتضمنة لجزء من القشرة الجدارية المسماة بالتلْفيف الفوق هامشي والتلفيف الجبهي السفلي، والقشرة ما قبل الحركية والمساحة الحركية الإضافية. وتعتبر هذه المناطق الثلاث الأخيرة مسؤولة عن آليات التمفْصل الصامت داخل مهام اللغة؛ لذلك يُستنتج بأن اشتغالها أثناء مهمة التعرف على الحروف يتطابق مع عملية التكرار. ولا غرابة في ذلك، أوَ ليس حفظ رقم هاتفي أو لائحة من الكلمات خلال بضع ثوان، هو تكرار صامت لها؟ كما أن التلفيف الفوق هامشي من جهته قد انخرط في عمليات التخزين الصواتية[52].

3-2 : ذاكرة الاشتغال المكانية

مقابل تجربة التعرُّف على الوحدات، التي سبق أن وصفناها، سيتم هنا تعويض الأحرف بالنقط، مما سيفسح المجال أمام دراسة ذاكرة

---

(52) S. L. Thmpson- Schill, Neuroimaging studies of semantic memory : inferring « how « from « where », Neuropsychologia, 41, 280/292, 2003.

الاشتغال المكانية. وفي هذه الحالة، سيتعيّن على الأشخاص الاحتفاظ بهذه النقط في ذاكرتهم والإجابة عند عرض نقطة جديدة، في ما إذا كانت تتطابق مع إحدى النقط المدرَكة من قبل.

إن تغيير مادة التجربة سيحول جذرياً النموذج الجانبي للشبكات المشتغلة؛ ذلك أن الأنشطة الملحوظة تتموْقع هذه المرة وبالأساس بالنصف الأيمن وبالجانبين، وليس فقط بالجانب الأيسر كما كان شأن المادة الشفهية. هكذا أدت مهمة التعرف المكاني إلى أنشطة جدارية (التلفيف الجداري الأعلى والتلْفيف فوق الهامشي) وخلفية وجبهية (التلْفيفات الجبهية العليا والسفلى). وبالرغم من كون أي دراسة لم تقم بالتمييز بين التخْزين والتكرار في الإطار المكاني، إلا أنه تم مع ذلك اقتراح بعض المكونات المميزة لذاكرة الاشتغال المكانية. وقد قدم بهذا الخصوص اقتراحٌ تقوم هذه المناطق الخلفية بمقتضاه بترميز المعلومة المكانية المعالَجة داخل المناطق الجدارية اليمنى، في ذات الوقت الذي ستحافظ فيه القشرة الدماغية الجبْهية على هذه التمثُّلات عبر نشاط نبري شبيه بالحلقة الصِّواتية المرتبطة بالمادة الشفهية.

ويتضمن النموذج الرباعي لذاكرة الاشتغال، مذكرة بصريةً مكانيةً تراقب عملية الحفاظ على التمثلات البصرية والمكانية في آن (انظر الفصل الثاني، 2).

ومع ذلك، وكما لاحظ بادلي منذ سنة 1994، فإن بعض المعطيات تشير إلى وجود ترابط بين أنظمة ذاكرة الاشتغال المكانية والموضوعات. وفي هذا الإطار، أنجزت ثلاث دراسات عن طريق تخطيط الأجزاء في أواسط التسعينيات من القرن العشرين؛ وكانت حاسمة في فهم دور القشرة الدماغية الجبْهية في بلورة لذاكرة الاشتغال المكانية[53].

وقد بينت الدراسات الأولى كيف يساهم إنجاز مهمة على مستوى ذاكرة الاشتغال البصرية المكانية، في نشاط مجموع المناطق الدماغية الممتدة من الجهة الخلفية الجدارية، إلى الجزء العلوي من القشرة الدماغية الجبهية. بالمقابل، فإن مهمة ذاكرة الاشتغال كموضوع، تؤدي إلى تنشيط المناطق الدماغية الممتدة على طول المسلك البُطيني الخلفي الصدغي، حتى الجزء السفلي من القشرة الجبهية.

أما الدراسة الثانية فقد همت الأسس العصبية للتصوير الذهني المكاني. ويجب على الأشخاص القيام خلال هذه الدراسة ببناء ذهني للعناصر الهندسية على أساس توجيهات شفهية ذات دلالة مكانية. وبذلك، سيؤدي ترميز هذه المعلومات المكانية والحفاظ عليها بالذاكرة على مدى عشرات الثواني، إلى نشاط للقشرة الجبهية العليا من الجانبين.

(53) E. E. Smith, J. Jonides, C. Marshuetz et R.A koeppe, components of verbal working memory : Evidence from neuroimaging, Proc, Natl. Acad. Sci, Etats unis, 95, 876/882, 1998.

وتتعلق الدراسة الثالثة بإنجاز مقطع من الحركات البصرية المتقطعة (حركات سريعة من العينين).

ويجب على الأشخاص في لحظة أولى الاحتفاظ بالذاكرة على مقطع تظهر فيه ستة أهداف بصرية موضوعة على محور أفقي، عبر إنجاز حركات بصرية متقطعة باتجاه الأهداف المذكورة. وبعد وضعهم في مكان مظلم، سيُطالَب هؤلاء الأشخاص بإنجاز المقطع المحتفظ به في الذاكرة بشكل متقطِّع. وقد بيَّنت هذه الدراسة بأن هناك أنشطة من جانبي القشرة الدماغية الجبهية العليا مرتبطة بالمكون التذكري لهذه المهمة البصرية الحركية Oculo—motrice فضلاً عن تشغيل المناطق المعنية بإنجاز هذه الحركات البصرية المتقطعة. وبذلك تضمَّنت كل واحدة من هذه الدراسات الثلاث مكوناً لترسيخ المعلومات المكانية المرتبطة بنشاط يوجد في القشرة الدماغية الجبهية العليا.

أما الدراسة الرابعة، التي أجريت هذه المرة بواسطة التصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي فقد شملت مهمتين لذاكرة الاشتغال تم فيهما استدعاء الكمية نفسها من الصور المدركة والإجابة الحركية نفسها[54].

(54) S. M. Courtney et al., object and spatial visual working memory activate separate neural systems in human cortex. Cerebral cortex, 6, 39/49, 1996; Mellet et al., Functional anatomy of spatial mental imagery generated from verbal instructions, J. Neurosci, 16, 6504 / 6512, 1996; Petit et al., functional anatomy of a prelearned sequence of horizontal saccades in man, J. Neuro sci., 16, 3714 / 37326, 1996.

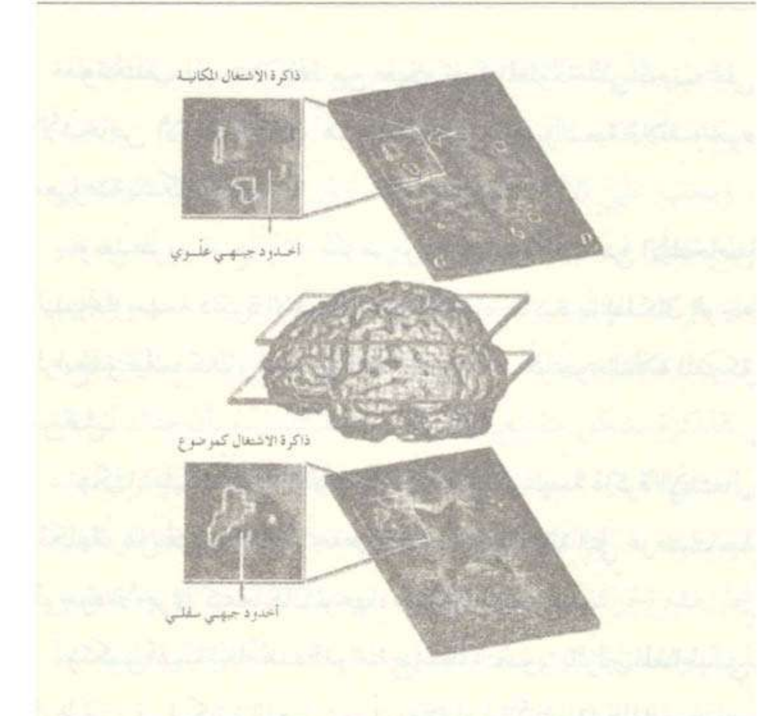
وتختلف المهمتان فقط من حيث نوعُ المعلومة التي يجب على الأشخاص الاحتفاظ بها، هل تتعلق بهوية أم بوضعية ثلاثة وجوه معروضة بشكل مقْطعي.

وبعد مرور تسع ثوانٍ، يُعْرَض وجه رابع ويُطلب من الأشخاص أثناء إنجاز مهمة ذاكرة الاشتغال على الوجوه، تأكيد ما إذا كان الوجه الرابع، وكيفما كان وضعه في الشاشة، هو أحد الوجوه الثلاثة المدركة من قبل.

هكذا، سيؤكد هؤلاء الأشخاص أثناء إنجاز مهمة ذاكرة الاشتغال المكانية، هل عُرض هذا الوجه في أحد المواقع الثلاثة التي عرضت بها الوجوه الأخرى كيفما كان نوعها؛ أم لا؟

وتكمن أهمية إنجاز هذه الدراسة بواسطة التصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي، في إمكانية الفصل زمَنياً بين مختلف الأنشطة وذلك بحسب المكونات المختلفة لمهمّة ذاكرة الاشتغال.

وقد بينت هذه الدراسة كيف أن المناطق الجبهية تتوفر على مستويات مختلفة للنشاط المدعّم، مرتبطةٍ بالأنماط المختلفة للمعلومات المحتفظ بها بذاكرة الاشتغال (انظر الشكل 3–5).



الشكل 3-5. انفصال ذاكرة الاشتغال المكانية وذاكرة الاشتغال كموضوع لدى الإنسان. وتقدم المنطقة الجبهية العلوية أو الخلفية نشاطاً مدعّماً، مرتبطاً بانحصار المعلومات المكانية التي لا يمكن فصلها عن النشاط الجبهي الأوسط والسفلي أو البُطيني الملاحظ أثناء انحصار المعلومات على موضوعات، كما هو الشأن في المثال حول الوجوه[55].

وتمثل المنطقة المتمركزة حول الأُخدود الجبهي العلوي، أي داخل

(55) S. M. Courtney et al. , An area specialized for spatial working memory in human frontal cortex, Science 279, 1347/1351, 1998.

الجزء الخلفي للقشرة الدماغية الجبهية، نشاطاً مدعًماً خلال التسع ثوان المحددة؛ وهي مرتبطة بذاكرة الاشتغال المكانية. بالمقابل، يمثل النشاط المدعم أيضاً داخل المناطق الجبهية البطيْنية، خلال فترة انحصار المعلومات غير المكانية حول الوجوه.

طبعاً، فإن الانفصال بين المناطق التي تبرز نشاطاً مدعماً ومرتبطاً بالمعلومات المكانية والمناطق المرتبطة بالوجوه، ليس مطلقاً. إن النشاط المدعم، المرتبط بالمعلومات حول الوجوه، يحضر في المنطقة الخلفية لكنه يمثل أقل من نصف حجم النشاط المدعًم والملاحَظ بخصوص المعلومات المكانية.

وبالمثل، فإن أقل من نصف النشاط المدعم، والمرتبط بذاكرة الاشتغال المكانية، يحضر بالمناطق ما قبل الجبهية البطينية.

وتشير هذه التغطية، إلى أن الأشخاص يحتفظون بتمثُّلات غير دالة حول المعلومات المكانية، خلال مهمة التعرف على الوجوه، والعكس صحيح.

كما تشير هذه التغطية أيضاً إلى أن عمليات تمثل المعلومات المكانية وهوية الوجوه، بذاكرة الاشتغال، تتوزّع على هذه المناطق الجبهية. ويتوقّف الانفصال بين هذه المناطق على مستوى المشاركة داخل هذه التمثّلات وليس على حضور أو غياب مشاركة هذه المنطقة أو تلك.

وهناك أمر أكثر إثارة وهو أن الدراسات المتعلقة بالتسجيلات الخلوية لدى القردة العليا، كشفت في الفترة نفسها، عن تنظيم وظيفي داخل القشرة الجبهية يعود لذاكرة الاشتغال. كلما تموْقعت العصْبونات في الجزء السفلي أو البطيني إلا وأظهرت نشاطاً مدعماً مرتبطاً بانحصار المعلومات حول الموضوعات. وكلما تموقعت العصبونات في الجزء العلوي أو الخلفي إلا وأظهرت نشاطاً مدعماً خاصاً بانحصار المعلومات المكانية[56].

وجدير بالذكر أيضاً، أن المنطقة الجبهية العلوية، المرتبطة خصوصاً بانحصار المعلومات المكانية، متاخمةٌ إن لم نقل تغطي جزءاً من القشرة الدماغية ما قبل المركزية الموجودة خلفها، والتي تطابق منطقة أساسية في مراقبة تحرك الانتباه المكاني والرؤية، أي المجالات الجبهية البصرية والحركية.

هكذا، تم اقتراح رباط بين الحفاظ على المعلومات المكانية بذاكرة الاشتغال وآليات انتقال الانتباه المكاني، هناك حيث يتركز اهتمامنا في كل لحظة[57].

---

(56) مأخوذ عن:
S. M. Courtney et al., An area specialized for spatial working memory in human frontal cortex, Science 279, 1347/1351, 1998.

(57) Wilson et al., Dissaciation of object and spatial processing domains in primate prefrontal cortex, Science, 260, 1955/1958, 1993.

إن المحافظة بالذاكرة على معلومات مكانية، يعني نقل الانتباه المكاني ذهنياً بين هذه الأمكنة المختلفة. لذلك، فإن شبكات المناطق الدماغية النشيطة، أثناء الحفاظ على المعلومات المكانية وخلال الانتقال الانتباهي المكاني، تمثل مناطق للتغطية داخل الأجزاء العلوية للفُصوص الجبهية.

3-3 - النشاط الانتقالي مقابل النشاط المدعم أو الدينامية الزمنية لذاكرة الاشتغال

رأينا كيف أن الأسس العصبية لذاكرة الاشتغال تدْرس من خلال مهام تجريبية تتوالى في إطارها مرحلة ترميز المعلومة (حروف، وجوه، نقط) ومدة انحصار المعلومات بالذاكرة وظهور مثير اختباري. وما يميز الحل الزمني للتصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي هو توفُّره على المراحل المذكورة نفسها، مما سمح بدراسة المسير الزمني للأنشطة الدماغية، خلال مهمة من مهام ذاكرة الاشتغال.

وفي المثال الذي تم اختياره[58]، يرى الأشخاص وجهاً على الشاشة لمدة ثلاث ثوانٍ ويحفظونه بالذاكرة في الثماني ثوانٍ اللاحقة، عندئذ يظهر وجه جديد؛ ويجب على هؤلاء الأشخاص إصدار إشارة تفيد بانه سبق لهم (أو لم يسبق لهم) أن أدركوا هذا الوجه. وتتناوب هذه المهمة، مع مهمّة حسية حركية يتم فيها تعريف الوجوه بصور مشوّشة،

(58) E. Awh et J. Jonidas, Overlapping mechanisms of attention and spatial working memory, trends Cogn. Sci, 5, 119/126, 2001.

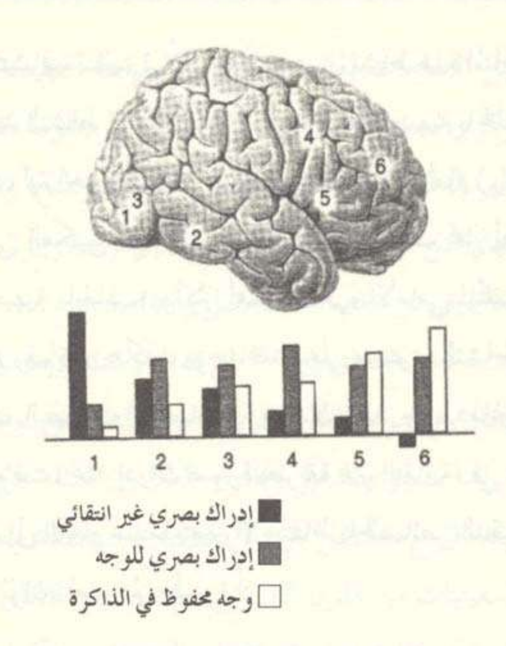
لا يمكن للأشخاص المعنيين الاحتفاظ بها في الذاكرة. وقد اشتغلت ست مناطق دماغية أثناء هذه المهمة (انظر الشكل 3–6).

هكذا، فإن ثلاث مناطق كانت موجودة داخل القشرة الخلفية الصدغية البطينية.

وقد أظهرت أبعد منطقة بالخلف (رقم 1) نشاطاً يتساوى فيه إدراك الأشخاص للوجه أو للصورة، ويبْرِز هذا النشاط دور المنطقة المذكورة بخصوص آليات الإدراك البصري غير الانتقائي.

وفضلاً عن ذلك، فإن هذا النشاط كان موقتاً ومحدوداً بالفترة التي كانت فيها المثيرات مرئية. وأظهرت المنطقتان الخلفيتان الصدغيتان المتجهتان أكثر إلى الأمام (رقم 2 و 3)، نشاطاً انتقالياً أيضاً، لكنه يتميز بانتقائية أكبر في إدراك الوجوه منه في إدراك الصور المشوّشة. وقد أبانت هاتان المنطقتان أيضاً عن نشاط خفيف مدعَّم خلال فترة انحصار الوجه بالذاكرة، بل لوحظ تقدم للنشاط البصري غير الانتقائي باتجاه نشاط يأخذ بعين الاعتبار نوع المثير (وهي الوجوه هنا).

أما المناطق الثلاث الأخرى فتوجد بالقشرة الدماغية الجبهية وتحديداً بالجزء الخلفي للتّلفيف الجبهي الأوسط (رقم 4) والتلفيف الجبهي السفلي (رقم 5) وبالجزء الأمامي للتلفيف الجبهي الأوسط (رقم 6).



الشكل 3–6: المسار الزمني للأنشطة أثناء مهمّة من مهام ذاكرة الاشتغال على الوجوه.

1، 2، 3، للمناطق الخلفية الصدغية

4، 5، 6، للمناطق الجبهية[59].

وتُظهِر هذا المناطق الجبهية الثلاث في الآن نفسه نشاطاً انتقالياً عند إدراك الوجه؛ ونشاطاً مدعماً عندما يحتَفَظ بهذا الأخير في الذاكرة.

(59) S.M. Courtney et al., Transient and sustained activity in a di - tributed neural system for human working memory, Nature, 386, 608/611, 1997.

كما تم اكتشاف تنظيم تراتُبي على مستوى نشاط هذه المناطق الثلاث. ويصل حد النشاط الانتقالي داخل أبعد منطقة جبهية بالخلف (رقم 4) إلى أقصاه، ليتراجع بعد ذلك عند أبعد منطقة إلى الأمام (رقم 6).

وعلى العكس من ذلك، يُعتبر النشاط المدعَّم أقل أهمية، بأبعد منطقة جبهية بالخلف؛ وأكثر أهمية بالجزء الأمامي للتَّلفيف الجبهي الأوسط (رقم 6). هكذا، يوجد تقدم على مستوى النشاط أثناء إدراك المعلومات البصرية وانحصارها. وينشط أبعد جزء دماغي بالخلف، بشكل مؤقت، عند إدراك صورة بطريقة غير انتقائية، في حين يشتغل أبعد جزء إلى الأمام عندما يتعين الاحتفاظ بالخصائص الدقيقة لموضوع ما، لعدة ثوان، بعدما لم يعدْ مرئياً.

3-4: من الاحتفاظ إلى التشغيل : بصدد المحافظ المركزي والعمليات التنفيذية

تظل بعض المعلومات التي نحتفظ بها كل يوم، خلال فترة وجيزة من الزمن، مترسِّخة في الذهن مثلما هو الشأن بالنسبة لرقم الهاتف. ومن الممكن أن تدفعنا ظروف أخرى إلى تشغيل هذه المعلومات، كما هو الأمر في عمليات الحساب، حيث يتعيَّن علينا تذكُّر النتائج الوسيطة. ويمكن أيضاً أن يؤدي تشغيل المعلومات المترسِّخة بالذاكرة إلى استدعاء عمليات معرفية إضافية، مغايرة لعملية الترسيخ بالذاكرة وحدها.

إن تشغيل المعلومات يُعْتبر جزءاً من العمليات التنفيذية الشبيهة بالمحافظ المركزي لنموذج بادلي وبتبئير الانتباه على معلومة دقيقة ومنع المعلومات غير الدقيقة (من خلال عمليتي الانتباه والمنع) والتخطيط لمقطع من المهام التي تروم هدفاً معيناً planning ومراقبة وإبراز مضامين ذاكرة الاشتغال بغرض تحديد نشاط مقبل monitoring.

وتوجد هذه العمليات التنفيذية[60] في قلب الأسئلة الأساسية المتعلّقة بذاكرة الاشتغال وبوجود محافظ مركزي واحد مستقل عن مواد التذكّر، يعمل على مراقبة تنسيق وتشغيل وإظهار المضامين المنبثقة عن الأنظمة المساعدة. وقد اقترح ميكائيل بتريدس Michael Petrides ومساعدوه في بداية التسعينيات من القرن العشرين، بأن تراقب المناطقُ الجبهيةُ، البطينية الجانبية والخلفية الجانبية، مختلفَ الوظائف. هكذا، ستعالج المناطق الأولى ترسيخ وتقويم عمليات التمثُّل القائمة بذاكرة الاشتغال؛ في حين ستعالج المناطق الثانية مراقبة وتشغيل هذه التمثلات.

ورغم أن هذا البناء المعرفي غير محدَّد بشكل تام، فبإمكان هذا التمييز بين الترسيخ والتشغيل أن يرتبط بما يميز الأنظمة المساعدة للمحافظ المركزي، ضمن نموذج بادْلي.

(60) مأخوذ عن:
S.M. Courtney et al., Transient and sustained activity in a distributed neural system for human working memory, Nature, 386, 208/611, 1997.

ويعتبر اختبار وجود مثل هذا الانفصال من بين الدراسات الأساسية التي أجريت بواسطة التصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي[61].

وتتمثل مهمة ذاكرة الاشتغال، إما في ترسيخ مجموعة مؤلفة من خمسة حروف معروضة في الوقت نفسه ومرتبة بالصدفة، بالذاكرة لمدة ثماني ثوان؛ وإما في تشغيل هذه المجموعة من الحروف، خلال المدة المحددة بغرض ترتيبها أبجدياً. وقد أدى هذان الشرطان التجريبيان إلى نشاط مدعم أثناء المدة المحددة بكل من المناطق البطينية والخلفية للقشرة الجبهية. ومع ذلك، لوحظ بأن النشاط المرتبط بترسيخ المعلومات، يكتسي أهمية أكبر داخل المناطق الجبهية البطينية، على مستوى التلفيف الجبهي السفلي؛ في حين يتموقع النشاط المرتبط بالتشغيل على مستوى التلفيف الجبهي الأوسط، أي داخل المنطقة الجبهية الخلفية والجانبية السفلية، المتميزة عن المنطقة الجبهية العلوية المعنية بذاكرة الاشتغال المكانية.

وتعتبر المنطقة الجبهية الخلفية الجانبية مخصوصةً بشكل تام لذاكرة الاشتغال، وفي ما وراء ذلك، للعمليات التنفيذية في مجملها.

وتجدر الإشارة إلى أن الانفصال بين مناطق ترسيخ المعلومات ومناطق تشغيلها ليس مطلقاً، مثلما هو الشأن بخصوص التمايز الحاصل بين

(61) E.E. Smith et J. Jonides, Storage and executive precesses in the frontal lobes, Science, 283, 1657/1661, 1999.

مناطق ذاكرة الاشتغال المكانية ومناطق هذه الذاكرة كموضوع؛ فهو يتوقف على درجة المشاركة وليس على توزيع مختلف الوظائف داخل مناطق متمايزة.

وهكذا، فإن تنظيم عمليات تشغيل ذاكرة الاشتغال يساهم في إشراك العديد من المساحات الجبهية، دون أن يؤدي إلى الحسم بشكل نهائي في خصوصية المعلومة التي تعالجها كل منطقة.

وتسمح المعطيات المتراكمة منذ حوالي خمس عشرة سنة عن طريق تخطيط الأجزاء وبواسطة التصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي، في النهاية، بتصنيف مهام ذاكرة الاشتغال إلى فئتين: فهناك المهام التي تستدعي تخزين وترسيخ وتقويم التمثلات (وهي مهام الترسيخ)؛ وهناك المهام التي تستدعي تشغيل وإبراز المضمون (وهي مهام التشغيل)، أي العمليات التنفيذية.

وتبدو المناطق الجبهية البطيْنية الجانبية وكأنها موظَّفة أثناء إنجاز هذين النوعين من المهام، مع ارتباط الأنشطة بالمناطق الجانبية، وذلك وفْق طبيعة التمثلات المحتفَظ بها.

وبالمقابل، فإن القشرة الدماغية الجبهية الخلفية والجانبية، قليلاً ما تنخرط في مهام الترسيخ البسيط، إلا أنها تنخرط بفعالية في مهام التشغيل. ولا يبدو، من خلال دراسات ذاكرة الاشتغال الشفهية والمكانية

والذاكرة الموضوع، حدوث أي تغيير على الانخراط أو على المؤقعة الجانبية للأنشطة الخلفية الجانبية[62].

4 - الأسس العصبية للذاكرة الإجرائية

تحيل الذاكرة الإجرائبة التي لا يبلغها الوعي إلى اكتساب المهارات والعادات عن طريق التعلم، دون الرجوع إلى التجارب الماضية؛ وذلك عكس الذكريات الواعية المنتمية إلى الذاكرة التصْريحية التي يعبَّر عنها بسهولة، بفضل اللغة أو على شكل صورة ذهنية.

ويعني مفهوم التصريح «معرفة أن» savoir que (معرفة أنني أوقفت السيارة قرب «هارلي» Harley؛ أو معرفة أن «هارلي» هو نوع من الدراجات النارية»، في حين يحيل مفهوم «إجرائي»، على معرفة كيف savoir comment (معرفة سياقة سيارة أو ركوب دراجة).

إن ذاكرة العادات، كما وصفها هنري برغسون في أواخر القرن التاسع عشر « تميل دوماً نحو الفعل وتستقر بالحاضر ولا ترى سوى المستقبل. وهي لم تحتفظ من الماضي سوى بالحركات المتناسقة بذكاء والتي تمثل المجهودات المتراكمة.

(62) M. d'Esposito, B.R. Postle et B. Rypma, Prefrontal cortical contr - butions to working memory : Evidence from avent-related FMRi studies, Exp. Brain Res., 133, 3/11/,2000.

إنها تعيد اكتشاف هذه المجهودات الماضية ليس في الصور الذكريات التي تستدعيها، بل في النظام الصارم والخاصية النسَقية التي تنْجَز الحركات الحالية بواسطتها.

وفي الحقيقة، فهي لا تعرض ماضينا أمامنا بل تمثّله، وإذا ما كانت تستحق اسم ذاكرة إلى حد الآن، فليس لأنها تحتفظ بالصور القديمة بل لأنها تمدّد تأثيرها النافع حتى اللحظة الحاضرة»[63].

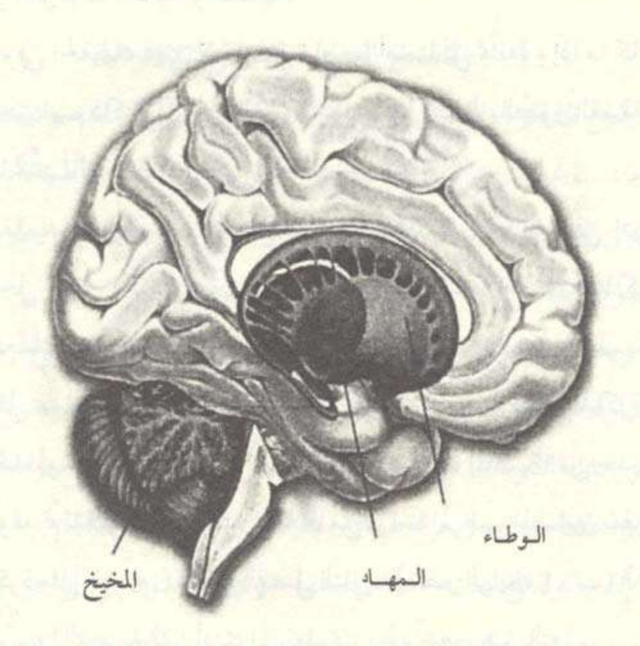
لقد ساهم وصْف الأسس العصبية للذاكرة الإجرائية في إدراج وتدخل لفظ «التعلم». وغالباً ما تحيل لفظتا «تعلم» و«ذاكرة» المستعملتان بشكل مترادف تقريباً على واقعتين متمايزتين؛ فالتعلم يشير إلى كل عملية قادرة على تحويل سلوك لاحق، في حين تشير الذاكرة في معناها الموسع إلى القدرة على اكتشاف التجارب الماضية، من جديد.

وقد تمّ تدقيق هذا التمايز، انطلاقاً من دراسة المرضى المصابين بفقدان الذاكرة مثل (هـ.م.) (انظر الفصل الثاني، العنصر الرابع، 1، ب) الذين لم يتذكروا التجربة التي أدت إلى تعلمهم رغم شعورهم بالتعلم.

ومنذ ذلك الحين، أبانت العديد من الدراسات حول الإنسان والحيوان عن أهمية البنيات المشكّلة للممرّات التشريحية للقشرة

(63) M. d'Esposito, G. K. Aguirre, E. Zarahn, D. Ballard, R. K shim et J. Lease, Functional MRi studies of spatial and non spatial working memory, cognitive Brain research, 7, 1/13, 1998.

الوطائية cortico-striatal وللقشرة المخيْخية cortico-cérébelleux، في اكتساب وتنفيذ المهارات الحركية (انظر الشكل 3–7).



الشكل 3–7. البنيات القشْرية الفرعية المشكّلة للمرات القشرية الوطائية والمخيْخية.

ولم تسمح الدراسات في مجال التصوير العصبي الوظيفي عن طريق تخطيط الأجزاء وبواسطة التصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي بالتعرُّف على امتداد الشبكات العصبية المعنية بهذا النوع من التعلم

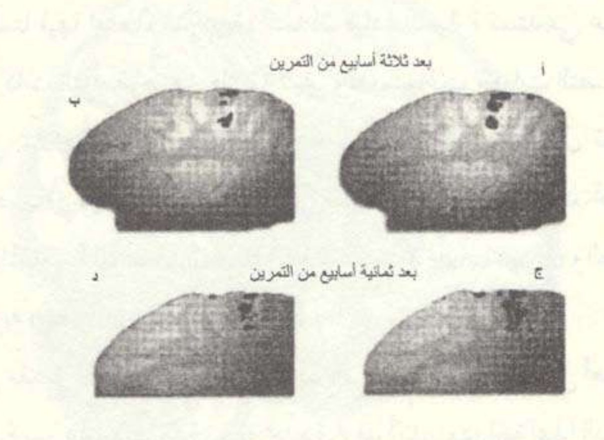
فحسب، بل أيضاً بفهم التغيرات الطارئة داخل هذه الأنظمة، عندما تقوم مهمة حركية بتعديل الإنجازات.

إن تعلم المهارات الحركية يشكل جزءاً من الإجراءات المعبر عنها خلال النشاط؛ فنحن نمارس ركوب الدراجة دون أن نتذكر المراحل التي تعلمنا فيها امتطاء الدراجة، كما أن قيادة السيارة تستدعي عدداً من الحركات التي نقوم بها بطريقة آلية. وقد سمحت تقنيات التصوير الوظيفي بملاحظة المساحات الدماغية التي تم تنشيطها خلال تعلم مهمّة حركية؛ ويتعلق الأمر بالقشرة الحسية الحركية وبالبنيات تحت القشرية المتضمنة للوطاء striatum (النواة الكودية noyau caudé والغدة الصنوبرية putamen).

وفي مقطع حركي، عادي، يقوم شخص بإيصال إبهامه بكل أصبع على حِدة بسرعة ووفق مدة زمنية محدَّدة. وقد أكدت دراسة لهذا النوع من المقاطع، أُنجزت على مدى عدة أسابيع بواسطة التصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي، على أن منطقة القشرة الحركية التي تمثل حركات الأصابع خضعت للتشغيل[64].مرة في كل أسبوع، خضع الأشخاص لتجربة عن طريق التصْوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي، وأنجزوا فيها المقطع الذي تم تعلمه والمقطع المراقب للحركات. وقبل التمرين، أدى إنجاز هذا المقطع إلى نشاط معروف بجزء القشرة الحركية المسؤول عن

(64) H. Bergson, Matière et mémoire, Paris, PUF, Quadrige, 1896.

حركات الأصابع. (أنظر الشكل 3–8). وبعد تمرين مطوَّل ضاعف فيه الأشخاص من سرعة إنجاز المقطع الحركي، امتدت منطقة القشرة الحركية التي تم تشغيلها وذلك على مدى أسابيع عديدة وامتدت معها القدرة على إنجاز المهمَّة بأسرع ما يمكن (انظر الشكل نفسه).



الشكل 3–8 : تأثير التمرين الممتد بمنطقة النشاط داخل القشرة الحركية، أثناء إنجاز مقطع من حركة الأصابع. ويعتبر النشاط المرتبط بإنجاز المقطع الذي تم تعلُّمه يومياً على مدى ثلاثة أسابيع (أ) أهم من المقطع الذي لم يتم تعلُّمه (ب). ويظل هذا الاختلاف حاضراً بعد ثمانية أسابيع من إيقاف التمرن (ج مقابل د). وتبدو لنا القطع السهْمية sagittales للدماغ وهي تعبر القشرة الحسية الحركية وتراقب حركات الأصابع[65].

(65) A. Karni, G. Meyer, P. Jezzard, M. Adams, R. Turner et L. G. Ungerleider, Functional MRi evidence for adult motor cortex plasticity during motor skill learning, Nature, 377, 155/158, 1995.

أين يخزن الأثر تذكُّر مثل هذه المهارة الحركية؟ في الواقع، ليس هناك جواب نهائي على هذا السؤال. والأمر المقبول هو أن التعلم الحركي، مثله مثل أشكال أخرى للذاكرة الإجرائية، يخضع للترتيب، بفعل تعديل شبكات المناطق المعنية بالمهمة الحركية. إن الممارسة المتكررة للمقطع تؤدي إلى اعتماد عصْبونات إضافية بالقشرة الحركية، تتناسب مع مهارة وسرعة الأشخاص في إنجاز هذا المقطع الحركي. وتشهد الدراسة المأخوذة هنا مثالاً، على مساهمة تقنية كالتصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي في فهم القياس الزمني للظواهر الحاصلة ولو على المستوى الماكرُسكوبي. وفي هذه الدراسة حول المهارة الحركية لاحظ أفي كارني Avi Karni ومساعدوه، خلال الثلاثين دقيقة الأولى من أول تجربة بالتصوير بالرّنين المغناطيسي الوظيفي، تضاؤلاً عرْضياً للنشاط داخل المنطقة الحركية؛ وسيتضاءل هذا النشاط أكثر عند تكرار الأشخاص للحركات مرة ثانية وستنقلب الوضعية في التجربة نفسها، كما سيميل النشاط إلى الزيادة تدريجياً كلما تكرّر المقطع.

هكذا، فإن التعلم سيُنجز في لحظتين: ففي مرحلة أولى وجيزة جداً سينخفض نشاط القشرة الحركية، ليتمركز حول مجموعة من العصْبونات المحدودة، أي تلك التي تمثل الحركة بشكل أفضل. بعدها، ستأتي مرحلة بطيئة ستندمج عصبونات جديدة من خلالها داخل الشبكة. هكذا،

فإن تخزين تقابل الأصابع المتحركة بالذاكرة سيهم المناطق الحركية وما قبل الحركية التي تم تشغيلها خلال التحضير لإنجاز المقطع. ويمكن لهذه التعديلات على مستوى الوصلات العصبية synaptiques أن تمس أيضاً الترابط القائم بين القشرة الدماغية والوطاء.

وانطلاقاً من معطيات التصوير العصبي العديدة، اقترح جوليان دويون Julien Doyon وليسلي أونغرليدر Leslie Ungerleider مؤخراً، نموذجاً مندمجاً لاكتساب المهارات الحركية عبر تقسيم تعلُّم المقطع الحركي والتكيُّف الحركي إلى فئتين[66].

في الفئة الأولى يتعلم الشخص، عبر عمليات متتالية، سلسلة من الحركات إلى أن يكتسب سلوكاً آلياً ينجز بطريقة صحيحة.

وفي الفئة الثانية، يكيّف الشخص سلوكه الحركي مع التغيرات المحيطة به. ويفترض نموذج دويون وأونغر ليدر، أن المقاطع الحركية ومهمات التكيُّف، تستدعيان خلال المرحلة الأولى من التعلم، كلاً من الممرات القشرية الوطائية والقشرية المخيخية وكذلك المناطق الحركية وما قبل الحركية للفص الجبهي (انظر الشكل 3–9 – أ) وستنشط القشرة ما قبل الجبهية أيضاً عند بداية التعلم؛ وهو ما يبدو منسجماً مع الدور

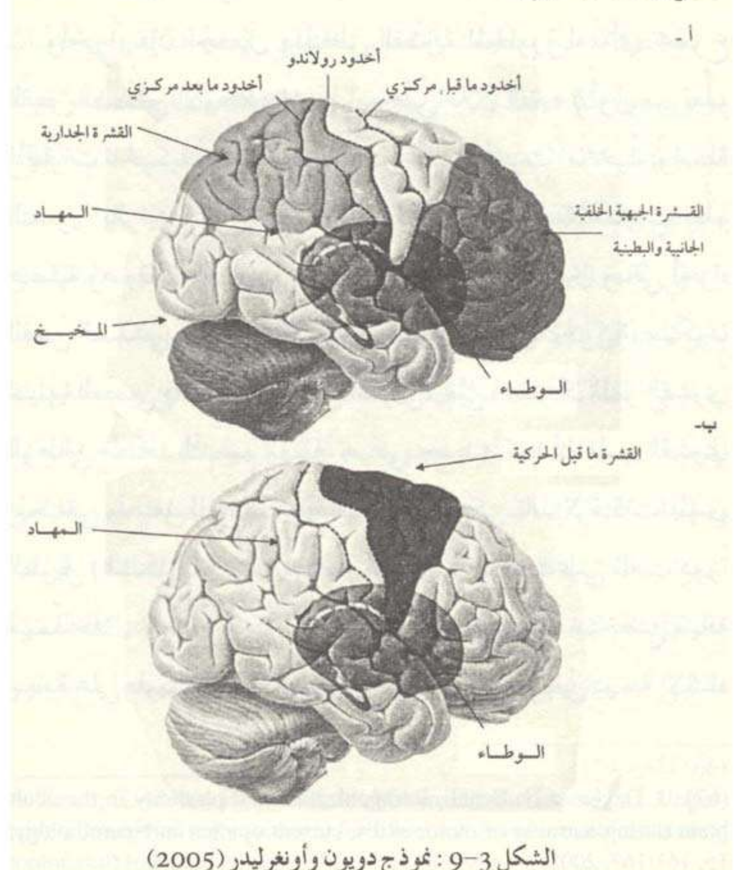
(66) مأخوذ عن:
A. Karni, G. Meyer, P. Jezzard, M. Mdams, R. Turner et L. G. Ungerleider, Functional mRi evidence for adult motor cortex plasticity during motor skill learning, Nature, 377, 155/158, 1995.

الموكول لها عموماً، في التخزين المؤقت للمعلومة (راجع الأسس العصبية لذاكرة الاشتغال). وستنشط القشرة الدماغية الجدارية، من جهتها أيضاً، بفضل دورها في تفعيل الآليات الانتباهية، خصوصاً في المجال البصري المكاني.

وأخيراً، فإن الحصين والمناطق القشْرية المجاورة له، أي مجموع الفص الصدغي الأوسط، تشتغل مرحلياً خلال الفترة الأولى من تعلُّم المهارات الحركية. وقد سمحت دراساتٌ، أُنجزت مؤخراً بواسطة التصوير بالرنين المغْناطيسي الوظيفي، بإبراز مساهمة عمليات تعلُّم ضمنية وصريحة لمقطع من الحركات في تشغيل الحصين وباقي أجزاء الفص الصدغي الأوسط[67]. وعند اكتساب المهارة الحركية، سيكون تمثيلها العصبي قائماً بأحد هذين الممرين، على اعتبار أن الممر القشري الوطائي مستعد لتدعيم مقطع حركي جديد، كما أن الممر القشري المخيخي مستعد للحفاظ على التكيف الحركي بالذاكرة ذات المدى الطويل (الشكل3 – 9 – ب). هكذا فإن الشبكات التي تلعب دوراً مهماً خلال التعلم الحركي، ستتعرض للتعديل. مثلاً، ستخضع سياقة سيارة على طريق مألوفة تدريجياً «لحركة آلية» تقلِّل من درجة الانتباه

(67) J. Dayon et H. Benali, Reorganization and plasticity in the adult brain during learning of motor skills, current opinion in Neurobiology, 15, 161/167, 2005.

الضروري في بداية تعلم المرور من هذه الطريق. وهو ما يبيِّن كيف أن المناطق الدماغية المتدخلة في عملية الانتباه تعتبر ضرورية في بداية التعلم؛ وهي تصبح أقل أهمية بالتدريج، أي كلما حصل تقدمٌ على مستوى هذا الأخير.



الشكل 3-9 : نموذج دويون وأونغرليدر (2005)

الفصل الرابع
تخصصات وتفاعلات قائمة بين بعض أنظمة الذاكرة

تتقاسم أنظمة الذاكرة عمليات مشتركة ومن ضمنها البنيات الدماغية المميزة لها؛ وذلك في ما وراء الخصوصيات المرتبطة بمضمون المعلومات التي تعالجها.

وقد أُنجزت بعض الدراسات لتعميق موضوع الشبكات المشتركة والمساحات الخاصة بهذه الأنظمة المختلفة. وسنرى في البداية، كيف تحمي القشرة الجبهية، المناطق المبيّنة بكل من ذاكرة الاشتغال والذاكرة الدلالية والذاكرة المرحلية. وبعد ذلك، سنعالج مسألة التخصص الوظيفي داخل الفص الصدغي الأوسط، قبل التطرق إلى خاصية مميزة للحصين تتعلق بالذاكرة المكانية.

1 - مساحات جبهية مشتركة بين ذاكرة الاشتغال والذاكرة المرحلية والذاكرة الدلالية

قد بيّنت التحليلات التي قمنا بها في الفصل السابق للأسس العصبية لمختلف أنظمة الذاكرة، كيف أن القشرة الجبهية الخلفية والبطينية الجانبية تلعب دوراً في الذاكرة المرحلية وأيضاً في كل من الذاكرة الدلالية وذاكرة الاشتغال. لكن هل تقوم تلك الأسس العصبية بالدور نفسه،

وهل تحتوي على عمليات تتقاسمها هذه الأشكال الثلاثة للذاكرة؟

لقد تم تأكيد هذه التماثلات بين الأشكال الثلاثة ضمن مجلة مهتمة بتقنية تخطيط الأجزاء والتصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي في التسعينيات من القرن العشرين[68].

ففي هذه المجلة الضخمة التي تتضمن 275 دراسة حول التصوير العصبي، اكتشف كابيثا Cabeza ونيبرغ Nyberg ترابطاً وثيقاً بين أصناف عديدة من العمليات المعرفية ونشاط المناطق الجبهية الخلفية الجانبية والبطينية الجانبية. ولوحظ نشاط المناطق الجبهية نفسها خلال مهام الانتباه المدعَّم وإدراك الروائح والتعرف على الكلمات المكتوبة وذاكرة الاشتغال الشفهية والمكانية والذاكرة الدلالية والذاكرة المرحلية والشروع في الصياغة المفهومية. وفي ذلك تأكيد على أن مختلف هذه الأنظمة تتضمن نقطاً مشتركة أكثر من نقط الاختلاف.

وقد خصصت مجلة أخرى عدداً من أعدادها لدراسة المناطق المشتركة في مختلف المهام المعرفية المتضمنة لمكونات الإدراك وانتقاء الجواب ومراقبة التنفيذ وذاكرة الاشتغال والذاكرة المرحلية وحل المشكلات[69].

(68) Schendan H. E. et al., An FMRi study of the role of the medial temporal lobe in implicit and explicit sequence learning, Neuron, 37, 1013/1025, 2003.

(69) R. Cabeza et L. Nyberg, imaging cagnition II : An empirical review of 275 PET and FMRi studies, J. cogn. Neurosci., 12, 1/47, 2000

هكذا، سيتم استخلاص تنظيم مدهش على مستوى التوزيع التشريحي للمناطق الجبهية المعنية. وتبدو كل من القشرة الجبهية الخلفية الجانبية والبطينية الجانبية وكذلك الجزء الأمامي للقشرة الحزامية، معنية جميعها بهذه المهام المعرفية المختلفة. أما المساحة الأكبر داخل القشرة الجبهية والتي تتضمن الأجزاء الوسطى والمدارية، فلا يصدر عنها أي نشاط ذي صلة بهذه المهام المعرفية. وفي الفترة نفسها، عملت دراسة بواسطة التصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي على وضع تقابلٍ بين ذاكرة الاشتغال والذاكرة المرحلية مبرزةً الأنشطة الخاصة بالتذكُّر المرحلي داخل المناطق الجبهية الموجودة في أبعد نقطة أمامية[70].

بقي علينا أن نحدِّد ما إذا كانت هذه المناطق القشرية الجبهية المختلفة منخرطة بالطريقة نفسها في مختلف أنظمة الذاكرة. وفي هذا الإطار، وبغرض الكشف الدقيق عن تشابهات وخصوصيات هذه الأنشطة المقترحة بمختلف أنظمة الذاكرة، أُجريت تجربتان بطريقة تخطيط الأجزاء وأرفقت بهما ثلاثة اختيارات تهم كل نظام من أنظمة الذاكرة الثلاثة (ذاكرة الاشتغال، الذاكرة المرحلية والدلالية[71]. وقد تم تشغيل

(70) J. Duncan et A.M. Owen, Common regions of the human frontal lobe recruiteol by diverse cognitive demands, Trends in Neuro Science, 23, 475/483, 2000.

(71) R. Cabeza et al., Similarities and difference, in the neural correlates of episodic memory retrieval and working memory, Neuro image, 16, 317/330, 2002.

واختبار ذاكرة الاشتغال خلال المهمّتين 1 و2 الاسترجاعية، حيث أُخبر الأشخاص (موضوع التجربة) بأن مقطع الكلمات سيعرض أمامهم وبأن عليهم إقرار ما إذا كانت كل كلمة مشابهة لتلك التي شوهدت من قبل (المهمة 1 الاسترجاعية) أو لكلمتين من قبل (المهمة 2 الاسترجاعية). وتتمثل المهمة الثالثة في ذكر أرقامٍ كيفما اتفق، ما بين 1 و10، مع عدم تكرارها قبل بداية المهمة. وتم تشغيل الذاكرة المرحلية وقياسها انطلاقاً من ثلاثة أصناف من الاختبارات:

الصنف الأول، وهو اختبار التعرف، حيث يرى الأشخاص لائحة مكونة من تسع كلمات جديدة وتسع كلمات أخرى تم إدراكها من قبل؛ وعليهم الإجابة ب «نعم»، عندما يتعرفون على إحدى الكلمات وب «لا»، عندما يعتقدون بأن الكلمة جديدة.

ويعتبر الصنف الثاني اختباراً للتذكير المنطلَق، حيث يتعين على الأشخاص الذين رأوا كلمة منطلقاً، (كاتب مثلاً)، أن يجيبوا بكلمة هدف (حسب سترينبرغ Strinber)، سبق أن تعلموها خلال التجربة الأولى.

أما الصنف الثالث، فهو اختبار السيرة الذاتية، حيث يدرك الأشخاص كلمة منطلقاً (عطلة مثلاً) ويجب عليهم تذكر أحداث شخصية متعلقة بهذه الأخيرة، مع ذكر كلمة (مصر مثلاً)، أثناء وصفهم لذكرياتهم

الشخصية. وبخصوص الذاكرة الدلالية، فقد تم تشغيلها وقياسها انطلاقاً من ثلاثة اختبارات أيضاً وهي:

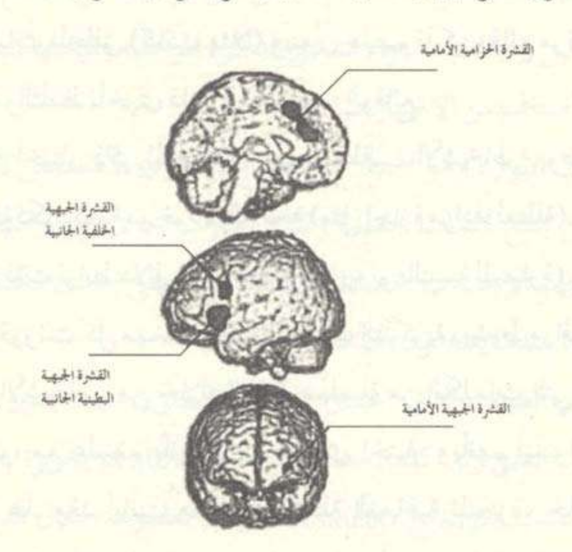
– اختبار تصنيف الأحياء من غير الأحياء، وفيه يرى الأشخاص لائحة من الكلمات ويقرّون ما إذا كانت كل كلمة تحيل على كيان حي أم لا.

– اختبار استرجاع الوقائع، حيث يدرك الأشخاص سلسلة من الكلمات المنطلق (كاتب مثلاً) ويتعيّن عليهم تذكر وقائع مرتبطة بكل كلمة والتلفظ بأخرى ذات ارتباط بهذه الوقائع.

– اختبار ذكر المرادفات، حيث يطالَب الأشخاص بوضع كلمة مرادفة لكل كلمة موجودة باللائحة (مثل إجازة مرادفاً لعطلة)، أو وضع كلمة ذات ترابط دلالي قوي معها (مثل رونو بالنسبة للسيارة).

وقورنت كل مهمة من هذه المهمات التذكرية، بشرط مراقب يجب على الأشخاص من خلاله التلفظ بسلسلة من الكلمات التي عُرضت عليهم، مع علمهم بأنها لا ترتبط بأي اختبار وبأنهم ليسوا مطالبين بتذكرها. وقد أبانت مقارنة الأنشطة الدماغية المنجزة، خلال مهام التذكُّر المختلفة هذه، عن تشغيل منتظم لأربع مناطق دماغية. ويتعلق الأمر بمناطق موجودة حصراً بالجزء الأمامي للنصف الأيسر، وهي القشرة الجبهية الأمامية والقشرة الجبهية البطينية الجانبية والقشرة الجبهية الخلفية الجانبية، والجزء الخلفي للقشرة الحزامية (انظر الشكل 4–1).

ويمكن تقديم تفسيرات عديدة بخصوص هذه الأنشطة المشتركة بين ثلاثة أنظمة للذاكرة؛ فمن الممكن أن تتضمن كل مهام الذاكرة المتعلقة بالشرط المرجعي (أي قراءة الكلمات فقط)، سعياً حثيثاً للمعالجة التنفيذية لعمليات الانتباهُ الأكثر أهمية. وبالفعل، فقد وصفت هذه المناطق الأربع، باعتبارها مرتبطة وظيفياً بالمعالجة التنفيذية أو بالمراقبة المعْرفية.



الشكل 4-1 : المناطق اليسرى الأربع المعنية جميعُها بمهام ذاكرة الاشتغال الشفهية والذاكرة المرحلية والذاكرة الدلالية[72].

(72) L. Nyberg et al., common prefrontal activations during working memory, episodic memory and semantic memory, Neuro Psychologia, 41, 371/377, 2003.

ويعتبر النشاط الجبهي البطيني الجانبي مسؤولاً عن تحديد مضمون ذاكرة الاشتغال والحفاظ عليه. وحسب هذا المفهوم، فإن عمليات ذاكرة الاشتغال ستساهم أيضاً في مهام الذاكرة ذات المدى الطويل، سواء كانت مرحلية أو دلالية. وبإمكان القشرة الجبهية الخلفية الجانبية أن تلعب دوراً حاسماً في العمليات المعرفية التي تقتضي اختياراً نشيطاً ومراقبة وتفعيلاً للمادة المحتفظ بها داخل دائرة الاشتغال. وتعتبر هذه المنطقة حاسمة أيضاً في مجال تقويم المعلومات الخارجية المنتظرة، وهو ما تضمَّنته مهام الذاكرة المدروسة كلها هنا.

إن المنطقة الجبهية الأمامية تلعب دوراً مألوفاً في المراقبة المنتظمة لتخطيط المهام المعرفية والعمليات المستخدمة لإنجازها. وتقوم مختلف مهام الذاكرة التي تمت دراستها، بتشغيل المنطقة الجبهية الأمامية في تقويم المعلومات المتولدة عن هذه الاختبارات المختلفة.

وأخيراً، فإن نشاط القشْرة الحزامية الأمامية سيكون مرتبطاً بالمراقبة المعرفية وبمجهود إنجاز هذه المهام التذكُّرية المتنوعة ضمن مختلف اختبارات ذاكرة الاشتغال والذاكرة المرحلية والدلالية. وهي تؤكد على أن الذاكرة الإنسانية تتشكّل من أنماط عديدة للمعالجة، منها ما هو مشترك لدى العديد من الاختبارات ومنها ما هو مخصوص لبعضها فقط. وتبدو هذه النتائج لأول وهْلة صعبة التلاؤم مع فكرة الذاكرة

المتعددة الأنظمة. وفي الواقع، فإن مختلف أنظمة الذاكرة تعتبر منشغلة أكثر فأكثر كعمليات يمكن لبعضها أن يكون مشتركاً بين عدة أنظمة؛ ويمكن لبعضها الآخر أن يكون مخصوصاً لنظام واحد.

2 - التخصص الوظيفي للفص الصدغي الأوسط

من بين أبرز المواضيع التي اهتمت بها الدراسات الأولى في مجال التصوير العصبي نذكر إمكانية ارتباط الترميز والتذكير بموقعين متمايزين على مستوى نشاط الفص الصدْغي الأوسط.

وقد حصلت صعوبة أولى في دراسة هذا التمايز، لأن الترميز لا ينتج فقط عندما تُعرض العناصر لأول مرة خلال الدراسة، بل عندما تعرض العناصر للمرة الثانية رفقة عناصر جديدة، أثناء مرحلة التذكير. أما الصعوبة الثانية، فتمثلت في كون العديد من الدراسات ارتكزت على تقسيم غير دقيق للمناطق الأمامية والخلفية للفص الصدغي الأوسط، مما صعب معه ربط النتائج ببنيات تشريحية دقيقة.

وعلى الرغم من اختلاف الأدبيات حول هذه النقطة، فإن النتائج المتوافرة توحي بأنه لا يوجد انفصال بين الترميز والتذكير[73].

---

(73) مأخوذ عن:
L. Nyberg et al., common prefrontal activations during working memory, episodic memory and semantic memory, Neuro Psychologia, 41, 371/377, 2003.

مثلاً، إن ترميز وتذكُّر أزواج مركبة من اسم مقترن بوجه، ينشطان مجموع المحور الطولي للحصين؛ وسيكون شكل النشاط هو نفسه في للترميز والتذكير. وفي دراسة أخرى حول التعرُّف على الصور، ارتبط الترميز والتذكير بالنشاط داخل المنطقة الحصينية والقشرة المحيطية بالأنف والقشرة المحاذية للحصين.

وقد لوحظت أحياناً أشكال مختلفة للنشاط على مستوى الفص الصدغي المتوسطي؛ فترميز أزواج الصور ينشط القشرة المحيطة بالأنف؛ وهو ما لا يقوم به التذْكير.

بالمقابل، لوحظ نشاط مرتبط بترميز هذه الأزواج والتذكير بها، داخل الحصين والقشرة المحاذية له[74]. وفي دراسة أخرى، استُعملت تقنية بسْط الثنيات الدماغية déplissement cortical، بغرض وضع رسم تخطيطي للنشاط المرتبط بترميز وتذكر الأزواج (أسماء/صور)[75].

وارتبط الترميز وحده بنشاط الحقول الحصينية CA2 وCA3 والتلْفيف المسنَّن gyrus dentelé. ولا نعرف لماذا لم يُلاحظ أي نشاط في الحقل CA1 الذي يعتبر ممراً تشريحياً أساسياً بالنسبة للوظيفة الحصينية (انظر

(74) D. L. Schacter et A.D. Wagner, Medial temporal lobe activations in FMRi and PET studies of episodic encoding and retrieval, Hippocampus, 9, 7/24, 1999.

(75) M. Pihlajamaki et al., Encding of novel picture pairs activates the perirhinal cortex : An FMRi study, Hippocampus, 13, 67/80, 1999.

الفصل الثاني، 4–1). وقد أدى التذكير، في غياب أي تأثير مهم للترميز، إلى نشاط على مستوى الجزء الخلفي للسيكْلوم؛ في حين، حدث نشاط على مستوى القشرة المحاذية للحصين بخصوص الترميز. ويمكن لدراسات جديدة معتمدة على تقنيات دقيقة للتمييز أن تكون مفيدة لفهم أفضل لدور كل منطقة من هذه المناطق.

ثمَّة محور آخر للبحث في مجال التصوير العصبي، يتعلق بإمكانية قيام المنطقة الحصينية (حقول CA والتلفيف المسنن والسيكلوم) بوظائف مخالفة، لكن قابلة للملاحظة، وذلك في ارتباط مع القشرة الصدغية الوسطى المجاورة. مثلاً، بإمكان المنطقة الحصيْنية أن تشتغل بشكل مخصوص، أثناء استدعاء الذكريات أو ربطها بالذاكرة التصريحية.

وتسمح المقارنة بين النشاط داخل الفص الصدغي الأوسط المرتبط بإجابة من نوع «تذكرتُ»، ونشاطه المرتبط بإجابة من نوع «عرفت»، بالتميز بين الذاكرة والأُلفة familiarité. ويمكن لنشاط قائم على مستوى التذكر أكثر مما هو قائم على مستوى المعرفة، أن يرتّب مظاهر التذكُّر داخل الذاكرة التصْريحية.

وقد وضعت دراسات أخرى تقابلاً بين النشاط المرتبط بتشكُّل أو تذكُّر الترابطات (الأزواج أسماء /صور مثلاً) والنشاط المرتبط بتشكل أو تذكُّر عناصر بسيطة (مثل الوجوه أو الأسماء وحدها). وعندما يتعلق

الترميز بالترابطات، فإن نشاطاً كبيراً يكشف عن تشكُّلها. بيد أن النتائج لم تكشف إلى حد الآن عن أي تمييز دقيق بين المنطقة الحصينية والقشرة المجاورة لها؛ فالدراسات الحديثة اعتبرت الحصين والقشرة المحاذية له معنيَّيْن بذاكرة المعرفة والترميز وتذكُّر الترابطات.

هكذا، سيكون من السابق لأوانه استنتاج أن المنطقة الحصينية مخصوصة لمظاهر الترابطات أو الذكريات في الذاكرة التصريحية. وقد لوحظت الأنشطة نفسها، على مستوى الحصين، بالمناطق القشرية المجاورة، وفي غالب الأحيان بالقشرة المحاذية للحصين.

ولهذا أيضاً، سيكون من المجازفة استخلاص وجود دوْر مخصوص للقشرة المجاورة للحصين، في ما يتعلق بالأشكال غير الترابطية للذاكرة التصريحية؛ وبالتالي، فإن المتن المهم المكون من معطيات حديثة في مجال التصوير العصبي لا يسمح بإقرار خلاصة بسيطة حول الطريقة التي تتوزع بها أعمال الفص الصدغي الأوسط. ورغم أن النشاط داخل المنطقة الحصينية يرتبط بالمظاهر الترابطية والتذكُّرية والسياقية للذاكرة التصْريحية فإن نشاط الجزء الخلفي للتلْفيف المحاذي للحصيْن يرتبط هو أيضاً بالمظاهر نفسها.

وفضلاً عن ذلك، فبالرغم من كون القشرة المحيطة بالأنف مرتبطة بالذاكرة غير الترابطية (المعتمدة على عنصر واحد)، فإن هذه المنطقة

تنشَط أحياناً أثناء تشغيل التَّرابطات. وأخيراً، فإن النشاط داخل المنطقة الحصينية، تم ربطه بالذاكرة غير الترابطية.

3 - الحصين والذاكرة المكانية

إن التحرك داخل محيط مألوف يتم بشكل طبيعي، من دون أن يفكر المرء في ذلك. بالمقابل، نحن نواجه على العموم صعوبات كبيرة في التوجيه، عند وصولنا إلى مكان أو إلى مدينة لا نعرفهما. وتزول هذه الصعوبات بالتدريج مع تعلُّمنا كيفية التموْقع داخل المكان الجديد. هكذا يسمح تذكُّر العلاقات الفضائية بين الأماكن المهمة وبيننا، بخلق تمثل للمكان. وستفيدنا هذه الذاكرة المكانية في اختيار أقصر مسافة بين مكانين أو بكل بساطة، في تذكُّر أين أوقفنا السيارة !

إن الذاكرة المكانية تستند إلى تذكر الأمكنة وإلى على العلاقات بينها، وهي تقيم داخل الحصين.

وقد وصف جون أوكيف Jihn O'keefe وجون دستروفسكي John Dostrovsky، في بداية السبعينيات من القرن العشرين، الإفرازات الخاصة لعصْبونات حصين الفأر عند احتلاله لمكان معين في المحيط المألوف لديه أو عندما يخترق منطقة محددة داخل هذا المحيط[76].

(76) M.M. Zeinch, S.A. Engel, P.M. Thompson et S. Y. Bookheimer, Dynamics of the hippocampus during encoding and retrieval of face-name pairs, Science, 299, 577/580, 2003.

وتوجد هذه الخلايا المكانية بمناطق الحصين CA1 و CA3 (انظر الفصل الثاني، 4–1). وهي تكمّل خلايا التوجيه التي تنشط فقط عندما يوجه الحيوان رأسه نحو هدف معين، بغض النظر عن الموقع الذي يحتله داخل محيطه. وأدى اكتشاف الخلايا المكانية وخلايا التوجيه بالحصين، إلى اعتبار هذا الأخير مبتكراً ومستعملاً لخرائط مكانية، وإلى كون وظيفته الرئيسة هي دعم الذاكرة المكانية.

وقد سمح تطور المحيطات من طبيعة افتراضية، بقيام دراسات مفصلة حول التعلم المكاني والذاكرة المكانية للإنسان. إن تعلم إتباع طريق داخل محيط افتراضي أو تذكر مسالك تم اجتيازها مشياً على الأقدام أو بناؤها ذهنياً، انطلاقاً من خريطة أو نص، ينشطان الجزء الخلفي للتلْفيف المحاذي للحصين وأحياناً هذا الأخير نفسه[77].

وغالباً ما يتم النشاط من الجانبين، لكن قد يُنجز بالجانب الأيمن فقط، وذلك حسب استراتيجية تعلُّم الأشخاص.

وتبدو هذه الأنشطة مكانية بشكل خاص في كثير من الأحيان. مثلاً، سيكتسي النشاط أهمية أكبر عندما يتعلق الأمر بالتعرُّف على الطريق وليس عندما يتم اتباع طريق معروفة. وأيضاً خلال تعلم المرور

(77) J. O'keefe et J. Destrovsky, The hippocampus as a spatial map. Premilinary evidence from unit activity in the freely-moving rat, Brain Res, 34, 171/175, 1971.

عبر الطريق وليس عن طريق الجو، كما يكتسي أهمية أكبر عند تذكُّر التصميم والمعالم المكانية وليس عند تذكر معلومات غير طوبوغرافية.

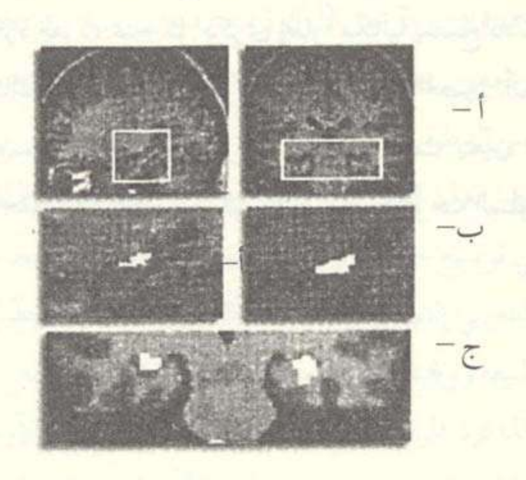
وقد لاحظت إليانور ماجير Eleanor Maguire في دراسة غير منبوقة نشاطاً نوعياً للحصين الأيمن لدى سائقي سيارات الأجرة اللندنيين، الذين طلبت منهم تخيل تنقلهم وسط مدينة لندن(78).

ويُعتبر هؤلاء السائقون ذوي خبرة في التحرك المكاني، فهم مطالبون بتمرينات مكثفة على مدى سنتين في المتوسط، تُتوَّج بامتحان صارم جداً يسمح لهم باكتساب معرفة جيدة بالشبكة المعقدة لشوارع لندن. بعد ذلك، قامت ماجير ومساعدوها بدراسة الخصائص المرفولوجية للفص الصدغي الأوسط لهؤلاء السائقين عن طريق التصوير بالرنين المغناطيسي التشريحي(79).

(78) E. A. Maguire et al., knowing where and getting there : Ahuman navigation network, science, 280, 921/924, 1988, A. L. Shelton et J.D. Gabrieli, Neural carrelates of encoding space from route and surwey perspectives, J. Neurosci., 22, 2711/2717, 2002 ; T. Hartley et al., The well-worn route and the path less traveled Distinct neural bases of route following and way finding in humany Neuron, 37, 877/888, 2003, E. A. Maguire et al., Recalling routes around London : Activation of the right hippocampus in taxi drivers, J. Neurosci., 17, 7103/7110, 1997 ; E. Mellet et al., Neural correlates of topographic mental exploration : The impact of route versus survey perspective learning, Neuroimage, 12, 588/600, 2000.

(79) E. A. Maguire et all., Recalling routes around London : Activation of the right hippocampus in taxi drivers, J. Neurosci, 17, 7103/7110, 1997.

وقد تميز حصينُهم الخلفي بحجم أكبر من حجم حصين الأشخاص الذين لم يتلقوا تمرينات مماثلة (انظر الشكل 4–2).



الشكل 4–2 : حصيْن سائقي سيارات الأجرة اللندنيين.

منظر سهمي (يساراً) وتاجي (يميناً)، يشير إلى المنطقة الحصينية المحاطة بإطار أبيض، وقد تم تمثيل اختلاف حجم الجزء الخلفي للحصين الأيسر والأيمن لسائقي سيارات الأجرة، مقارنة بالجزء الحصيني للأشخاص الذين لم يتلقوا أي تدريب، بالأبيض في المنظرين : السهمي (ب) والتاجي (ج).

ولعل الشيء المثير هنا، هو ارتباط حجم الحصين بطول مدة ممارسة المهنة، مما يعني أن التحولات الحاصلة بالحجم الملاحظ هي نتاج لتعلم خاص لا لخاصية موجودة سلفاً.

وعلى العموم، فإن هذه النتائج تعني أن للحُصين وللقشرة المحاذية له دوراً مهماً في الذاكرة المكانية؛ فبإمكانهما على هذا الأساس المساهمة في بناء ذاكرة الفرد، بمنح كل ذكرى إطاراً مكانياً يسمح باسْترجاعها بدقة. وهناك فرضية أخرى، وهي أن بإمكان الحصين أن يحظى بالأهمية ضمن المهام المكانية وغير المكانية، حيث يتعيَّن اكتساب معلومات جديدة والربط بينها لكي تكون ميسَّرة لتوجيه السلوك(80).

(80)E. A. Marguire et al., Navigation –related structural change in the hippocampi of taxi drivers, Proc, Natl. Acad. Sci, Etats-Unis, 97, 4398/4403, 2000.

خاتمة

لقد استفادت دراسة الذاكرة منذ عشرين سنة من تطور تقنيات التصوير العصبي عن طريق تخطيط الأجزاء وبواسطة التصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي.

وبفضل هذه التقنيات، تم قَبول وجود أنظمة متعددة للذاكرة، مما ساهم في توسيع حقول الأبحاث المهتمة بالحيوان والأبحاث في علم النفس العصبي التجريبي. لقد قدَّم التصوير العصبي معطيات جديدة تتعلق بطبيعة ووظيفة مختلف مكونات أنظمة الذاكرة هاته.

إن الذاكرة المرحلية تتوقَّف على الفص الصدغي الأوسط وعلى المناطق الجبهية. وبخصوص هذه الأخيرة، يمكن التعرف على مساهمات المناطق الجبهية التي تُظهر لاتماثلاً نصفياً بين الترميز والاستعادة معاً، وأيضاً حسب نوع المعلومة. وتتوقف الذاكرة الدلالية بشكل عام على القشرة الدماغية برمتها؛ غير أن التصوير العصبي سمح بإبراز كيف أن الخصائص الدلالية للمُثير تكون مخزونة قرب المناطق الدماغية المعنية بإدراك هذه الخصائص؛ وهو ما يمنح دوراً مهماً للقشرة الصدغية البطينية الجانبية وللفص الجبهي، بخصوص هذا الشكل من التذكُّر.

وفي مجال دائرة الاشتغال، عملت هذه التقنيات على وصف التميز

الحاصل بين مساهمات المناطق الجبهية والبطينية والخلفية، وفق نوعية المعلومات التي تم الاحتفاظ بها أو تشغيلها. وقد وصفت الأعمال المتعلقة بالذاكرة الإجرائية آليات انتقال الشبكات التي تم تنشيطها خلال مختلف المراحل، من التطبيق إلى التمرين المكثف، حيث تم استدعاء النُّوى الرمادية المركزية والمخيخ.

وفيما وراء وصف الأسس العصبية لكل نظام من أنظمة الذاكرة، سمحت هذه التقنيات أيضاً بالتأكيد على انخراط عدة مناطق دماغية داخل أنظمة عديدة. وعلى سبيل المثال، فإن جزءً من الفصّ الجبهي البطيني الجانبي الأيسر يعتبر منخرطاً في ذاكرة الاشتغال، على مستوى الحلقة الصواتية، وكذا في الذاكرة الدلالية والمرحلية أيضاً.

ونحن نراهن على أن هذه التشابهات التشريحية ستسمح بفهم أفضل للتبادلات القائمة بين مختلف أنظمة الذاكرة المنفصلة، انطلاقاً من وقائع تأسيسية أخرى.

ثبت بالمراجع العامة

- Carruthers M., Le livre de la mémoire. La mémoire dans la culture médiévale, Paris, Macula, 2002.
- Bernard M. et Roubaud J., Quel avenir pour la mémoire ? Paris, La Découverte - Gallimard, n° 349,1997.
- Eustache F., Pourquoi notre mémoire est-elle si fragile ? Paris, Le pommier, 2003.
- Fuster J. M., Memory in The cérébral cortex, An empirical approach to neural networks in the human and non human primate, Cambridge, MIT Presse, 1995.
- Houdé O., Mazoyer B. et Tzourio- Mazoyer N., Cerveau et psychologie. Introduction à l'imagerie cérébrale anatomique et fonctionnelle, Paris, PUF, 2002.
- Imbert M., Traité du cerveau, Paris, Odile Jacob, 2006.
- Mazoyer B., L'imagerie cérébrale fonctionnelle, Paris, PUF, « Que sais-je ? », n° 3628, 2001.
- Nicolas S., La Mémoire humaine. Une perspective fonctionnaliste, Paris, L'Harmattan, 2000.
- Nicolas S., La Mémoire et ses maladies selon Ribot (1881), Paris, L'Harmattan, 2002.
- Schater D., A la recherche de la mémoire. Le passé, l'esprit et le cerveau, Bruxelles, De Boeck Université, 1999.
- Squire L. et Kandel E., La Mémoire. De l'esprit aux molécules, Paris, Champs Flammarion, 2005.
- Tulving E. et Craik F.I.M., The Oxford handbook of memory, Oxford, University Press.2000.

قائمة المصطلحات الواردة في الكتاب

A

Amygdale : لوزة

Assymétrie :لا تماثل

C

Cervelet : مخيخ

Cortex : قشرة دماغية

Cingulum : حزام

D

Déplissement cortical : بسط الثنيات الدماغية

Dispositif physique : عدّة بدنية

Dysfonctionnement cognitif :خلل وظيفي معرفي

E

Encodage : ترميز ، تشفير

Etude introspective : دراسة استبطانية

G

Gyrus : تلفيف

H

Hippocampe : حصين

I

Images souvenirs : صور ذكريات

L

Lobe : فصّ

M

Mémoire représentative : ذاكرة تمثيلية

Mémoire mécanique : ذاكرة آلية

Mémoire sensitive : ذاكرة حسية

Mémoire épisodique : ذاكرة مرحلية

Mémoire sémantique : ذاكرة دلالية

Mémoire déclarative : ذاكرة تصريحية

Mémoire explicite : ذاكرة صريحة

Mémoire procédurale : ذاكرة إجرائية

Mémoire de travail : ذاكرة الاشتغال

Mémoire primaire : ذاكرة أولية

Mémoire secondaire : ذاكرة ثانوية

Méthode soustractive : منهج اقتطاعي

N

Neuro—psychologie : سيكولوجيا عصبية

Neurons : عصبْونات

R

Rappel : تذكير

Reconnaissance : تعرُّف

S

Striatum : وِطاء

Stimulus : مثير

T

Thalamus : مِهاد

Taxinomie : صِنافة

نبذة عن المؤلف:

باحث فرنسي بالمركز الوطني للبحث العلمي. وهو يشتغل منذ سنة 1996 ضمن مجموعة البحث حول التصوير العصبي الوظيفي. مكنته إحاطته العميقة بالأبحاث الجارية في الولايات المتحدة الأمريكية خصوصاً، من الإلمام بأهم القضايا المتعلقة بالذاكرة الإنسانية في ارتباطها بأنشطة المناطق الدماغية. وهو ما يفسر اهتمامه بتقنيات التصوير بالرنين المغناطيسي التي شكلت قنطرة عبور إلى حقول معرفية أخرى اهتمت بدراسة الذاكرة، مثل البيولوجيا العصبية والسيكولوجيا المعرفية والأنثربولوجيا.

نبذة عن المترجم :

من مواليد 1952 بمدينة فاس بالمملكة المغربية. حاصل على الدكتوراه في الإثنولوجيا من جامعة نيس بفرنسا، سنة 1990.

يشتغل أستاذاً باحثاً بالمدرسة العليا للأساتذة بمكناس (شعبة الفلسفة). وهو عضو بالعديد من الجمعيات الوطنية، وينشر في العديد من المجلات المغربية والعربية.

من مؤلفاته: سوسيولوجيا التقليد والحداثة بالمجتمع المغربي(2001)، مسارات الدرس الفلسفي بالمغرب (2002)، أسئلة الحداثة ورهاناتها (2009).

ومن ترجماته: في الترجمة والفلسفة السياسية والأخلاقية (2004)، هايدجر والنازية (2005)، هايدجر، دولوز وآخرون، في الفلسفة والفن والأدب (2009).

الذاكرة.. أسرارها وآلياتها

يسعى هذا العمل للباحث الفرنسي لورون بوتي إلى تسليط الأضواء على وظائف الذاكرة الإنسانية، مستنداً إلى معطيات علم الأحياء وعلم النفس العصبيين، وإلى تقنيات التصوير الدماغي.

وقد مكّنه الاطلاع الواسع على أعمال الباحثين في هذا المجال، وتحديداً أعمال الباحثين الأنجلوساكسونيين، من رصد أهم الجهود المبذولة للإحاطة بتعقد ظواهر التذكر في ارتباط بتعقد الوظائف الدماغية. ويركز بوتي بالخصوص على نتائج الأبحاث التي اعتمدت على تقنيات التصوير بالرنين المغناطيسي والتي سمحت بفهم وظائف الدماغ وتعميق تصورات علماء الأحياء والنفس المهتمين بالموضوع.

وبعد عرض تاريخي لتطور مفهوم الذاكرة من العصور القديمة إلى التطورات الحالية في مجال السيكولوجيا العصبية يقدم لنا المؤلف أنواع الذاكرة وارتباطها بمناطق الدماغ.



